This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

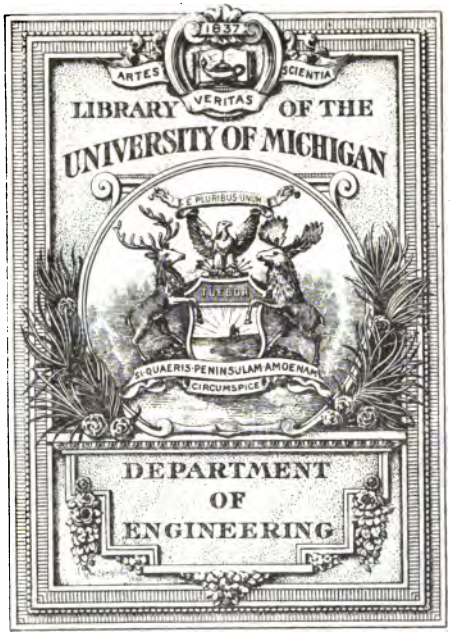
Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

B 467155 DUPL

C. Dreihardt

Der Schraubenpropeller

(Schiffsschraube)


1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE
DEPARTMENT
OF
ENGINEERING

ENGINEERING
LIBRARY
VM
755
.D7

Der Schraubenpropeller

(Schiffsschraube)

Konstruktion und Berechnung desselben

von

C. Conrad Dreihardt,

Ingenieur.

Mit 59 Abbildungen und sechs Tafeln.

BERLIN W.

Verlag von M. Krayn.

1906.

Published October 15th 1906
Privilege of copyright in the United Staates reserved
under the Act approved March 3rd 1905
by M. Krayn, Berlin.

ROSENTHAL & Co., BERLIN S O., RUNGESTR. 20.

Inhaltsverzeichnis.

ERSTER TEIL.

	Seite
Einleitung	7
1. Kapitel. Allgemeines	8—18
Wirkungsweise der Schraube	8
Anordnung der Schraube	8—12
Steigung	12
Steigungswinkel	12
Erzeugende	12—13
Gangart	14
Ein- und Austrittsfläche	14
Befestigung der Schraube	14
Rechts- und Linkspropeller	15
Slip	15—16
Vorstrom oder Sog	16—17
Slipberechnungen	17—18
2. Kapitel. Durchmesser	18—20
Schrauben für hohe Tourenzahlen	19
3. Kapitel. Steigung	20—23
Schrauben mit veränderlicher Steigung	21
Berichtigung der Steigung	22
4. Kapitel. Abgewickelte Flügelfläche	23—31
Flügelfläche bei Schrauben von mehr als 3,5 m Tiefgang	25
Flügelfläche bei Schrauben unter 3,5 m Tiefgang	25—26
Völligkeit der Flügelspitzen	26
Durch Tiefgang beeinflusste Veränderungen der Flügelfläche	26—28
Form der Flügel	28
Querschnitt und Stärke des Flügels	28—31
5. Kapitel. Übungsbeispiele	31—36
6. Kapitel. Schrauben mit veränderlicher Steigung	36—41
Schrauben mit radial veränderlicher Steigung	36—38
Schrauben mit peripherial veränderlicher Steigung	38
Zeise-Propeller	39
„Niki"-Propeller	39—41

203619

Seite

7. Kapitel. Schrauben mit verstellbaren Flügeln . . . 41—52

Wendegetriebe . . . . . 41—43
Schrauben verschiedener Gangart auf einer Welle . . 43—44
Bevisschraube . . . . . 44—46
Grobsche Schraube . . . . . 46—48
Meissnersche Schraube . . . . . 48—50
Daevelsche Schraube . . . . . 50—52

8. Kapitel. Turbinenpropeller . . . . . 52—55

Holtzsche Aktionsturbine . . . . . 52—55

ZWEITER TEIL.

Die Konstruktion der Schraube . . . . . 57—66

Elipsen-Abwickelungsmethode . . . . . 63—64
Dr. Bauer Abwickelungsmethode . . . . . 64—66

DRITTER TEIL.

Die Herstellung der Schiffsschraube . . . . . 67—71

Richtplatte 67
Streichbrett 67
Umfangsschablone 68

VORWORT.

Der Mangel eines geeigneten Werkes über Schiffsschrauben hat mich veranlasst, in nachstehendem einige praktische Winke über das Wesen, die Berechnung und Konstruktion von Schraubenpropellern zusammenzustellen, und glaube ich hiermit einem in den beteiligten Kreisen schon längst gehegten Wunsche gerecht zu werden, da abgesehen von grossen kostspieligen Werken über Schiffsmaschinenbau in der deutschen technischen Literatur kein Werk existiert, welches diesen überaus wichtigen Teil eines Schiffes in einer für weiteste Kreise verständlichen Form behandelt. Insbesondere dürfte das Werkchen auch für alle diejenigen, welche sich mit der Herstellung von Maschinen für Motorboote sowie auch für Motorbootbauer und Besitzer derartiger Fahrzeuge willkommen sein. Doch auch dem angehenden Ingenieur, Techniker sowie Seemaschinisten dürfte das Büchlein verschiedenes für ihn wissenswerte über die Schiffsschraube bieten. Es ist von rein praktischem Standpunkt aus erfasst unter besonderer Zugrundelegung der Berechnungen von „Fliege", (Zeitschrift d. V. d. I. 1893), welche die Materie rein praktisch behandeln, ohne sich weiter auf die schwierige und noch gar nicht geklärte Theorie einzulassen.

Indem ich mich der angenehmen Hoffnung hingebe, etwas für die Praxis Brauchbares geschaffen zu haben, richte ich an alle Interessenten die höfl. Bitte, mich auf wünschenswerte Erweiterungen resp. in diesem Buche enthaltene Mängel gefl. aufmerksam machen zu wollen, damit dieselben von mir bei einer eventl. erforderlichen Neuauflage berücksichtigt werden können. Diesbezügliche Fingerzeige werden stets mit Dank angenommen.

Charlottenburg, im August 1906.

Der Verfasser.

I. Teil.

EINLEITUNG.

Zur Fortbewegung der Schiffe bedient man sich, vom Ruder und Segel abgesehn, hauptsächlich der Schaufel- oder Paddelräder, der Reaktionsturbinen und der Schraubenpropeller, auch Schiffsschraube oder kurzweg Schraube genannt. Die beiden erstgenannten Treibapparate kommen für uns nicht weiter in Betracht, da sich dieselben auf verhältnismässig sehr wenige Fahrzeuge und Spezialfälle beschränken. Die weitaus grösste Verbeitung hat der Schiffspropeller gefunden und erfreut sich derselbe seiner Einfachheit und grösseren Betriebssicherheit wegen der häufigsten Anwendung. Es soll daher im Nachstehenden auch nur auf die Berechnung und Konstruktion des letzteren näher eingegangen werden.

Seine Anwendung als Treibapparat für Schiffe wird von verschiedenen Nationen verschiedenen Erfindern zugeschrieben, doch scheint nach authentischen Berichten kein Zweifel zu bestehen, dass der österreichische Ingenieur Ressel zu Anfang des vorigen Jahrhunderts als erster die Schraube zur Fortbewegung von Wasserfahrzeugen benutzt hat. Seit jener Zeit haben sich zahlreiche Erfinder mit der Verbesserung und Vervollkommnung der Schiffsschraube beschäftigt. Es gibt zahllose Arten Schrauben von den verschiedensten Formen, jedoch hat sich die einfache windschiefe Fläche anscheinend immer noch am besten bewährt; jedenfalls findet man dieselbe am meisten verbreitet.

1. KAPITEL.

Allgemeines.

Wirkungsweise der Schraube. Um uns nun eine Vorstellung von der Wirkungsweise einer Schiffsschraube zu machen, denken wir uns dieselbe auf einer, aus dem Schiff wasserdicht herausgeführten, horizontalen Axe oder Welle, dem Schraubenschaft, befestigt. Durch den im Schiff befindlichen Motor, der an diese Axe oder Welle gekuppelt ist, wird letztere in Rotation versetzt und arbeitet in dem die Schraube umgebenden Wasser wie in einer Schraubenmutter. Da sich nun die Schraube vermöge ihres Gewindes beim Drehen in der einen oder anderen Richtung auch axial fortbewegt, wird das mit ihr verbundene Schiff offenbar genötigt, diesen Weg mitzumachen, das heisst sich ebenfalls fortzubewegen.

Die Nabe des Propellers entspräche dem Kern, die auf derselben befestigten Flügel den Gewindegängen der Schraube.

Anordnung der Schraube. Die Anordnung der Schiffsschraube ist eine verschiedene, entsprechend den Bedingungen, welche an ein Fahrzeug gestellt werden. Meistens findet man nur eine Schraube auf einer Welle befestigt. Mitunter ordnet man jedoch auch mehrere Schrauben auf einer Welle hintereinander an. Es hat dieses den Vorteil, dass man die Schrauben entsprechend kleiner machen kann, was bei Fahrzeugen mit geringem Tiefgang und nur einem Antriebsmotor nicht gut zu umgehen ist. Besser jedoch ist es, die Schrauben in solchen Fällen nicht hintereinander, sondern nebeneinander anzuordnen. Selbstverständlich muss die treibende Kraft alsdann auch, von lästigen Zahnradübersetzungen abgesehen, auf zwei Motoren mit zwei Schraubenwellen verteilt werden und die Breite des Schiffskörpers genügend gross für deren Aufstellung sein. Derartige Schiffe zeichnen sich durch grössere Betriebsicherheit und bessere Manöverierfähigkeit aus. Man lässt die Schraubenwellen in einem solchen Falle nach entgegengesetzten Richtungen umlaufen und ist hierbei zu beachten, dass

Schrauben verschiedener Gangarten vorzusehen sind, d. h. es ist ein rechts- und ein linksgängiger Propeller anzuordnen (Fig. 1 u. 2).

Bei Fährbooten, welche nur kurze Strecken bei mässiger Geschwindigkeit zu durchfahren haben, wählt man mit Vorliebe ebenfalls 2 Schrauben, die aldann auf einer horizontal

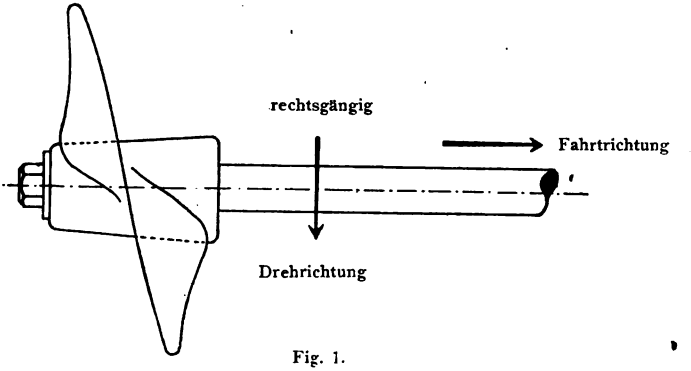


Fig. 1.

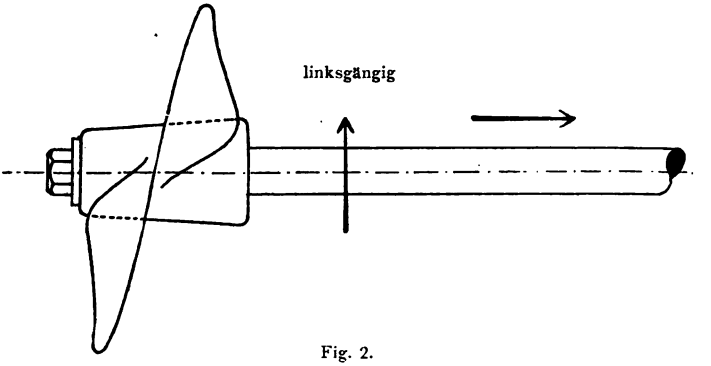


Fig. 2.

gelagerten, durchgehenden Welle so angeordnet werden, dass vorne und hinten je eine Schraube aufgesetzt wird. Hierdurch vermeidet man das oft recht zeitraubende Umwenden des Schiffes. Auch für Fahrzeuge in beschränktem Fahrwasser, wo ein Wenden des Schiffes so gut wie unmöglich ist, kann eine derartige Anordnung empfohlen werden. Der Nachteil bei diesem System besteht darin, dass die vorausfahrende Schraube beträchtlich ungünstiger arbeitet wie die am hinteren

Ende befindliche. Beide Schrauben müssen in solchen Fällen **dieselbe Gangart** besitzen, d. h. es müssen **beide** entweder rechtsgängig oder linksgängig und überhaupt einander gleich sein. Es sind auch schon Fahrzeuge gebaut worden, die mit vier Schrauben ausgerüstet wurden derart, dass auf zwei von einander unabhängigen Wellen je zwei Propeller aufgesetzt

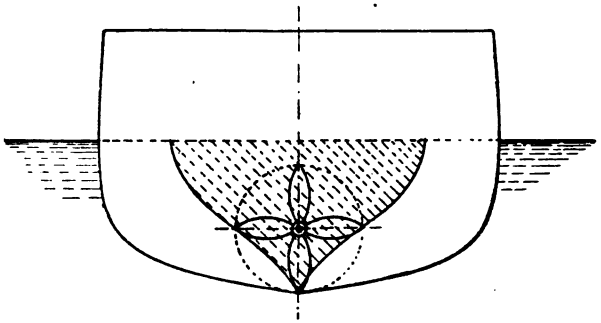


Fig. 3.

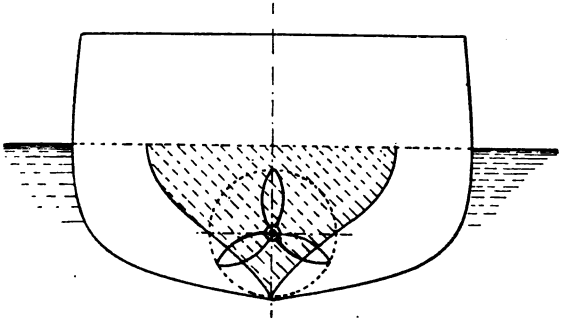


Fig. 4.

wurden. Nach dem Vorhergesagten bedarf es über die Art der in solchen Fällen zur Anwendung kommenden Schrauben keiner weiteren Erklärung.

Um sich den Unterschied in der Wirkung des Propellers von Einschrauben- und Zweischraubenschiffen klar zu machen, muss man daran denken, dass von einem in Bewegung befindlichen Schiffe Wasser mitgerissen wird, welches nicht überall gleiche Geschwindigkeit hat. Nahe der Oberfläche fliesst dasselbe nämlich in grösserer Menge nach als in den unteren Schichten; ausserdem hat es auch in der Kiellinie eine grössere

Geschwindigkeit als an den Seiten des Fahrzeuges. Man nehme nun an, dass der Querschnitt des nachströmenden Wassers von gleichmässiger Geschwindigkeit irgend einem Querschnitt des betreffenden Schiffes gleich ist. Bei der gewöhnlichen Anordnung einer Schraube arbeitet dieselbe nun

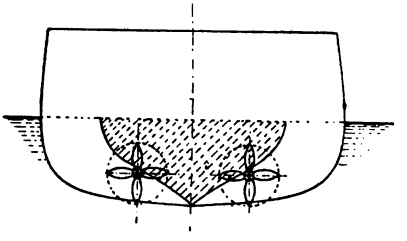


Fig. 5.

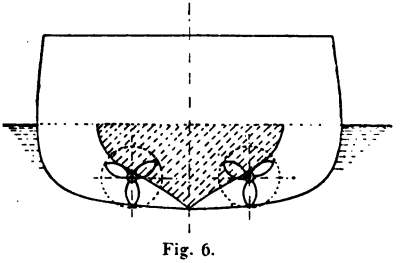


Fig. 6.

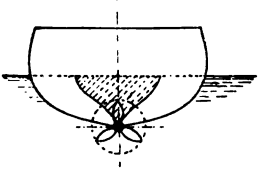


Fig. 7.

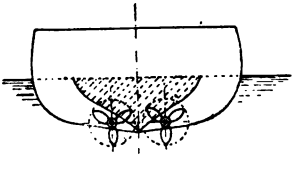


Fig. 8.

zum grössten Teil in diesem Querschnitt; eine vierflügelige Schraube mehr als eine dreiflügelige. Bei Doppelschraubenschiffen und Fahrzeugen, bei denen die Schraube sehr tief angeordnet ist, so dass dieselbe unter den Kiel herausragt, ist die Beeinflussung durch dieses nachströmende Wasser weit geringer. Fig. 3 – 8 diene zur besseren Erläuterung des eben gesagten.

Der schraffierte Teil in den Figuren bezeichnet den Querschnitt des in Bewegung befindlichen Wassers.

Man ersieht hieraus deutlich, dass die Art der Schraube sowie ihr Nutzeffekt und ihr Steigungsverhältnis bei verschiedenartiger Anordnung ganz verschiedene Resultate ergibt, und wird der aufmerksame Konstrukteur allen diesen Punkten die nötige Beachtung schenken müssen, um für seine jeweiligen Zwecke die günstigste Anordnung heraus zu suchen.

Je nach Anordnung der Flügel kann man die Schrauben einteilen in: zwei-, drei- und vierflügelige Schrauben, ausserdem in rechts- und linksgängige Schrauben und unter Berücksichtigung der Steigungsverhältnisse in Schrauben mit konstanter und Schrauben mit variabler Steigung. Schrauben mit konstanter Steigung sind die üblicheren und sollen dieselben im Nachfolgenden hauptsächlich berücksichtigt werden.

Steigung. Um sich klar zu machen, was man unter Steigung versteht, betrachte man zunächst eine Schraubenlinie, Fig. 9. Sie entsteht durch Bewegung eines Punktes auf einem Zylindermantel, um dessen Achse bei gleichzeitigem Fortschreiten in horizontaler, zur Achse paralleler Richtung, mit gleichmässiger Geschwindigkeit. Eine ganze Windung nennt man einen Schraubengang und die axiale Verschiebung des Punktes nach einer Umdrehung seine Ganghöhe oder Steigung.

Steigungswinkel. Die Steigung einer Schraube ist abhängig vom Steigungswinkel; je grösser derselbe ist, um so grösser ist auch die Steigung und umgekehrt bedingt ein kleinerer Winkel auch eine geringere Steigung. Man findet ihn, indem man an irgend einem Punkt der Schraubenlinie eine zur Achse rechtwinklige Gerade anlegt. Würde man sich eine halbe Windung vom Zylindermantel abgewickelt denken, so erhält man eine unter diesem Winkel ansteigende Gerade a – b und es wird alsdann

$$tg\,\alpha = \frac{h}{2} : \pi r = \frac{h}{2\pi r}. \qquad (1)$$

(siehe Fig. 9).

Erzeugende. Erzeugende nennt man eine Linie, welche in der Drehebene der Schraube liegt und die sowohl eine Gerade als auch eine Kurve sein kann. Sie steht entweder senkrecht zur Längsachse oder bildet mit derselben einen Winkel β nach hinten, welcher gewöhnlich zwischen 5 bis 15 Grad beträgt.

Entsprechend der Umdrehungszahl des Propellers macht man den Winkel β, um welchen die Schraube noch hinten geneigt sein soll

$$\beta = 0{,}75\sqrt{n}$$

(n = Umdrehungszahl). Schrauben, bei welchen die Erzeugende senkrecht zur Längsachse steht, finden hauptsächlich Ver-

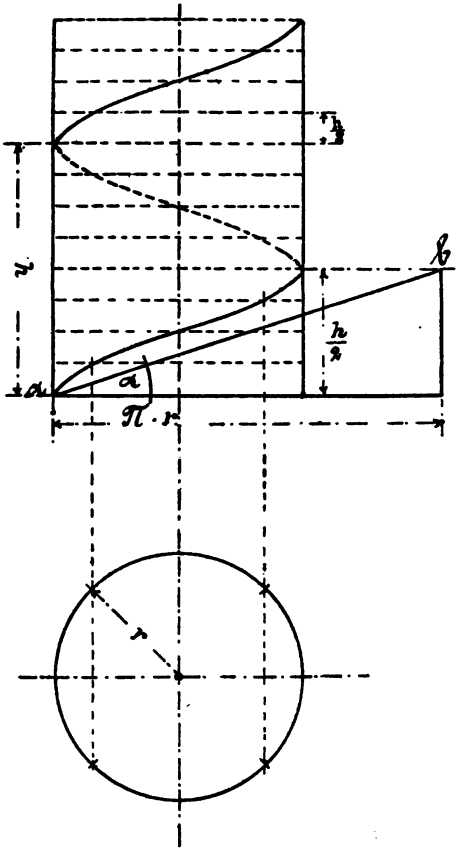


Fig. 9.

wendung bei viel manöverierenden Schiffen, da derartige Propeller für Rückwärtsgang einen annähernd gleichen Wirkungsgrad wie für Vorwärtsfahrt ergeben. Wo es indes auf besonders günstige Ausnützung der Schraube für Vorwärtsfahrt ankommt, wie z. B. bei Torpedobooten, Schnelldampfern etc., wählt man letztere Konstruktionsweise.

Gangart. Je nachdem sich der eine Schraubenlinie erzeugende Punkt von rechts nach links dreht oder in umgekehrter Richtung ansteigt, unterscheidet man rechtsgängige und linksgängige Schrauben. Mehrgängige Schraubenlinien erhält man, wenn sich mehrere Punkte in stets gleichen Abständen von einander auf der Mantelfläche des Zylinders bewegen. Jeder Schraubenflügel nun bildet einen Teil eines solchen Schraubenganges und spricht man daher von zwei-, drei- und vierflügeligen, oder zwei-, drei- und viergängigen Schrauben, was dasselbe bedeutet.

Ein- und Austrittsflächen. An jedem Schraubenflügel unterscheidet man eine eintretende und eine austretende Fläche, welche von der Eintritts- resp. Austrittskante begrenzt werden. Die Mittellinie teilt den Flügel derart, dass der grössere Teil der Flügelfläche nach der austretenden Seite zu liegen kommt. (Fig.10.)

Solchergestalt konstruierte Schrauben arbeiten erfahrungsgemäss am ruhigsten und gestatten einen stossfreien Abfluss des Wassers.

Befestigung der Schraube. Die Befestigung der Schraube geschieht mittelst eines oder mehrerer Flachkeile und Kapselmutter auf dem konischen Ende des Schraubenschaftes. Die Konizität des letzteren sollte um ein bequemes Auswechseln schadhaft gewordener Propeller zu ermöglichen, nicht kleiner als 1 : 10 bis 1 : 14 gemacht werden, da sonst ein Abnehmen des Propellers mit grossen Schwierigkeiten verknüpft ist. Die Kapselmutter muss gegen Losdrehen durch einen oder mehrere kleine Stifte gesichert sein, und ist ferner zu berücksichtigen, dass bei rechtsgängigen Schrauben linksgängiges Gewinde, bei linksgängigen Schrauben Rechtsgewinde für die Kapselmutter vorzusehen ist. Durchaus unzulässig ist es, wie dies mitunter bei kleinen Propellern geschieht, dieselben ohne Keil, nur durch festes Anziehen der Mutter auf dem Schraubenschaft festzuhalten. Durch gelegentliches Aufstossen des Propellers etc. löst sich eine solche Verbindung ein wenig und der Schraubenschaft rotiert alsdann ohne die Schraube mitzunehmen, wodurch ein solches Boot natürlich vollständig manöverierunfähig wird. Bei schweren

Schrauben verlängert man wohl auch den Schraubenschaft über das konische Ende heraus und lagert ihn nochmals in dem Rudersteven. Selbstverständlich kann in einem solchen Falle eine Kapselmutter nicht zur Anwendung kommen und wird eine gewöhnliche Sechskantmutter benutzt werden müssen.

Rechts- und Linkspropeller. Um sich sofort darüber klar zu sein, ob ein Schiff mit Rechts- oder Linkspropeller ausgerüstet ist, beachte man folgendes:

Man stelle sich mit dem Gesicht nach der Schraube, also zum Heck des Schiffes hin und beobachte dann die Welle bei Vorwärtsgang des Fahrzeuges. Von rechts nach links drehend haben wir eine rechtsgängige Schraube, von links nach rechts drehend eine linksgängige Schraube vor uns. (Fig. 1 u. 2.)

Drei- und vierflügelige Schrauben arbeiten im allgemeinen ruhiger als zweiflügelige Schrauben, jedoch ist der Reibungswiderstand ersterer grösser und infolgedessen der Wirkungsgrad auch nicht besser wie bei Zweiflügelschrauben, deren Nachteil in einem grösseren Rücklauf oder Slip besteht.

Slip. Unter Slip versteht man die Differenz oder den Verlust, um welchen die Schiffsgeschwindigkeit hinter dem Schraubenweg in axialer Richtung zurückbleibt, d. h. z. B. ein Boot, dessen Schraube eine Steigung von einem Meter hat und in der Minute 100 Umdrehungen macht, müsste theoretisch in der Minute auch 100 Meter durchfahren. In Wirklichkeit legt dieses Boot jedoch vielleicht nur 80 Meter zurück und würde also 20 Meter Verlust in der Minute haben, oder wie es üblicherweise heisst: einen Slip von 20% haben. Der Slip beträgt unter gewöhnlichen Verhältnissen ca. 10 – 25%, steigt jedoch bei sehr hohen Tourenzahlen bis auf 35 – 40% an und ist auch ferner abhängig vom Tiefgang des Fahrzeuges, von der Grösse der Schraube zum Schiff sowie auch von der Form des Hinterschiffes und der Anordnung des Propellers am Schiffshinterteil. Es sind sogar mitunter Schrauben mit negativem Slip beobachtet worden; derselbe bedeutet stets einen Kraftverlust und ist daher für die Schiffsgeschwindigkeit sehr ungünstig. Er ist die Folge einer fehlerhaften Schiffskonstruktion, d. h. der Verlauf der Wasserlinien des Hinterschiffs ist der Schiffsgeschwindigkeit nicht richtig angepasst. Je tiefer ein

Schiff eintaucht, um so günstiger ist der Wirkungsgrad des Propellers, d. h. um so kleiner fällt der Slip bei im übrigen gleichen Verhältnissen aus.

Man unterscheidet zwischen einem scheinbaren und einem tatsächlichen Slip; der scheinbare Slip ist stets kleiner als der tatsächliche Slip und wird den Berechnungen der Schraube zugrunde gelegt. Er wird pro Meter Propellerweg ausgedrückt durch die Formel

$$S_s = \frac{C-v}{C} = \frac{\text{Schraubengeschwindigkeit} - \text{Schiffsgeschwindigkeit}}{\text{Schraubengeschwindigkeit.}} \quad (2)$$

Der tatsächliche Slip dagegen würde sein:

$$St = \frac{C-(v-U)}{C}. \quad (3)$$

Hierin ist C die axiale Geschwindigkeit der Schraube in m pro Minute, d. i.

$$C = n \cdot H \quad (4)$$

(n = Umdrehungen p. Min., H = Steigung in Metern)

v die Schiffsgeschwindigkeit in m p. Min. d. i.

$$v = \frac{V \cdot 1852}{60 \cdot 0{,}9 \text{ bis } 0{,}7 \text{ etc.}} \text{ (entsprechend dem Slip)} \quad (5)$$

wenn V die Anzahl der Knoten pro Stunde bedeutet

(1 Knoten oder Seemeile = 1852 m)

U ist die Geschwindigkeit des Vorstromes oder Sog.

Vorstrom oder Sog. Unter Vorstrom oder Sog versteht man einen nach vorn gerichteten Wasserstrom, der dadurch entsteht, dass das vom fahrenden Schiff verdrängte Wasser nicht an seine ursprüngliche Stelle zurückkehrt, sondern dem Hinterteil des Fahrzeuges ununterbrochen mit einer bestimmten Geschwindigkeit nachströmt. Er schwankt zwischen 3 und 20% der Schiffsgeschwindigkeit und beträgt im Mittel ca. 5 – 10%. Der Sog wächst mit der Völligkeit des Schiffes, während seine Geschwindigkeit abhängig ist von der Schiffsgeschwindigkeit. Für die Intensität des Vorstromes ist die Grösse der Flügelfläche massgebend. Eine genauere Berechnung des Sog ist ziemlich kompliziert und soll daher auf seine Feststellung hier nicht weiter eingegangen werden.

Fliege berechnet die scheinbare Schlüpfung der Schraube nach der Formel:

$$S = \frac{1{,}5}{\delta} \cdot \sqrt{\frac{H \cdot V}{D \cdot (t - 0{,}2)}} \qquad (6)$$

(δ = Schraubenkreisfläche, t = Tiefgang, siehe S. 25.)

Der Geschwindigkeit V entsprechend kann man für $H:D$ annehmen:

I.

$V =$	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20 Knoten
$H:D =$	0,8	0,9	1,0	1,2	1,25	1,3	1,35	1,4	1,45	1,5.

Der Wirkungsgrad der Schraube in Prozenten ausgedrückt wäre hiernach:

$$\eta = \frac{100 - S}{100}. \qquad (7)$$

Slipberechnungen. Die Berechnung des Slips aus angestellten Probefahrten soll in Nachstehendem durch einige Beispiele erläutert werden:

I. Die Geschwindigkeit des Fahrzeuges betrug 10,5 km, die Umdrehungszahl der Maschine 750 pro Minute, die Steigung der Schraube 0,3 m. Wieviel Slip hatte der betreffende Propeller?

Der theoretische Weg wäre $750 \times 0{,}3 = 225$ m pro Minute, pro Stunde $225 \times 60 = 13\,500$ m oder 13,5 km. Der Verlust beträgt demnach $13\,500 - 10\,500 = 3\,000$ m pro Stunde, in % ausgedrückt

$$\frac{3\,000 \times 100}{13\,500} = \text{rd. } 22\%.$$

II. Geschwindigkeit 18,7 km, Steigung 1,2 m, Umdrehungszahl der Maschine 350.

$$\text{Slip} = \frac{(1{,}2 \cdot 350 \cdot 60) - 18\,700) \cdot 100}{1{,}2 \cdot 350 \cdot 60} = \frac{(25\,200 - 18\,700) \cdot 100}{25\,200} =$$

$$= \frac{6\,500 \cdot 100}{25\,200} = \text{rd. } 25\%.$$

Umgekehrt lässt sich die Schiffsgeschwindigkeit leicht berechnen, wenn der Slip bekannt ist, z. B.

III. Die Steigung sei 0,4 m, die Umdrehungszahl betrage 535, der Slip 6,5%. Wie gross ist dann die Schiffsgeschwindigkeit?

6,5% sind 0,065 vom theoretischen Weg, also bleibt als Rest desselben 1,0 − 0,065 = 0,935, d. i. 0,93 · 0,4 · 535 · 60 = rd. 12 km.

Ist die Geschwindigkeit in Knoten pro Stunde angegeben, so wird bei der Berechnung des Slips die Anzahl der Knoten mit der Zahl 1852 multipliziert; das Beispiel II würde alsdann folgendermassen angesetzt werden müssen

$$\frac{(1{,}2 \cdot 350 \cdot 60) - U \cdot 1852 \cdot 100}{1{,}2 \cdot 350 \cdot 60}.$$

U wäre die Anzahl der Knoten, also in diesem Falle gleich 10.

Um eine Schraube richtig konstruieren zu können, bedarf man folgender Hauptangaben:

1. Durchmesser
2. Steigung
3. abgewickelte Flügelfläche
4. Form und Stellung der Erzeugenden.

---

2. KAPITEL.

Durchmesser.

Der Durchmesser der Schraube ist in erster Linie abhängig vom Tiefgang des betreffenden Fahrzeuges in beladenem Zustande und darf nur so gross gewählt werden, dass sich noch eine genügende Schicht Wasser über derselben befindet, da andernfalls durch Mitreissen von Luft ihr Wirkungsgrad höchst ungünstig beeinflusst wird. Nach einer allgemein giltigen Regel macht man die Entfernung der Flügelspitzen von Oberkante Wasserspiegel gleich $0{,}25 \cdot \sqrt{D}$.

Bei Schiffen mit unverhältnismässig grosser Maschinenleistung, z. B. Trainier und Torpedobooten, wird der Schraubendurchmesser so gross, dass die Flügel aus dem Wasser herausragen würden und ist man in solchen Fällen gezwungen, die Schrauben so tief zu lagern, dass sie unter dem Schiffskörper hervorragt (Fig. 7 u. 8) oder man verwendet mehrere Schrauben von kleinerem Durchmesser.

I. Um einen ungefähren Anhalt zu haben, bringt man die Schraubenkreisfläche δ in ein gewisses Verhältnis zum eingetauchten Hauptspantareal $\mathfrak{X}$ und setzt alsdann:

$$\delta = \frac{^1/_4 \pi d^2}{\mathfrak{X}} \qquad (8)$$

$\delta = 0{,}25 - 0{,}75$ für 3- u. 4flügelige Schrauben, gewöhnlich 0,33
$\delta = 0{,}16 - 0{,}45$ für 2flügelige Schrauben, gewöhnlich $0{,}2 - 0{,}25$
$\delta = 0{,}2 - 0{,}3$ für zwei 3flügelige Schrauben.

Dieses ist die einfachste, aber auch ungenaueste Art der Feststellung des Durchmessers.

Schrauben für hohe Tourenzahlen. II. Eine andere Formel zur Berechnung des Propellerdiameters setzt das Bekanntsein ihrer Steigung voraus und wird namentlich dort angewandt werden können, wo sehr hohe Tourenzahlen, wie beispielsweise bei Elektromotoren (ca. 600 – 800) als Antriebsmaschinen vorgesehen sind. Danach beträgt der Propellerdurchmesser:

$$D = \frac{H \cdot cotg\, \alpha}{\pi} \quad \frac{\sphericalangle a)}{\pi \cdot D} H \qquad (9)$$

Der Steigungswinkel α (am äussersten Umfange der Schraube gemessen), den man aus der Formel berechnet

$$tg\, \alpha = \frac{H}{\pi \cdot D} \qquad (10)$$

ist entsprechend einer Tourenzahl von 800 – 400 pro Minute aus folgender Tabelle zu entnehmen:

II.

Umdreh.	815	785	750	715	685	650	615	585	550
Steigungs ∢	10^0	11^0	12^0	13^0	14^0	15^0	16^0	17^0	18^0
Umdreh.	500	450	400						
Steigungs ∢	19^0	20^0	21^0.						

Für Schrauben mit normaler Umdrehungszahl beträgt der Steigungswinkel zwischen 22 und 26^0.

III. Sind die Pferdestärken und Umdrehungszahlen der Maschine bekannt, dann kann der Durchmesser berechnet werden nach der Formel:

$$D = k \sqrt{\frac{Ni}{n^3 \cdot H^3}} \qquad (11)$$

Ni = Indizierte Pferdestärken der Maschine, k ist ein Koëffizient, der im Mittel etwa 1000 beträgt, für kleinere Maschinen ca. 750, für grosse bis zu 1200.

Ingenieur Fliege hat durch Umrechnen diesen sehr unbeständigen Koëffizienten k zu einem fast konstanten Wert C verändert; es ist der Durchmesser alsdann:

$$D = \frac{C \cdot N_i^{0,5}}{n^{1,4} \cdot H^x} \qquad (12)$$

Es ist bei Schiffsschrauben mit 4 Flügeln $C = 446$, $x = 1{,}26$
bei 3 Flügeln $C = 460$, $x = 1{,}25$
bei 2 Schrauben mit je 4 Flügeln $C = 460$, $x = 1{,}25$
bei 2 Schrauben mit je 3 Flügeln $C = 476$, $x = 1{,}24$

für Torpedoboote etc. (nach Fig. 7 u. 8).

für 1 Schraube mit 3 Flügeln $C = 476$, $x = 1{,}24$
für 2 Schrauben mit 3 Flügeln $C = 494$, $x = 1{,}23$

Um aus diesen Formeln den Durchmesser berechnen zu können, muss die Kenntnis und der Gebrauch der Logarithmentafeln vorausgesetzt werden.

---

3. KAPITEL.

Steigung.

Die Steigung berechnet man entweder aus dem Schraubendurchmesser oder aus der Umdrehungszahl und der Schiffsgeschwindigkeit.

I. Aus dem Schraubendurchmesser berechnet, nimmt man die Steigung für normale Verhältnisse allgemein zu $H = D$ bis $H = 1{,}6\ D$ entsprechend einer Geschwindigkeit von 8 – 24 Knoten pro Stunde an. Der günstigste Wirkungsgrad liegt bei $H = 1{,}4\ D$, jedoch ändert sich derselbe nur wenig innerhalb der Grenzen von $1{,}2 - 1{,}6\ D$. Für kleinere Geschwindigkeiten und hohe Tourenzahlen kann man H indes nur 0,55 – 0,8 am besten gleich $0{,}7\ D$ annehmen, da man andernfalls einen zu grossen Steigungswinkel und infolgedessen einen schlechten Wirkungsgrad erhält.

II. Ist die Maschine für das betreffende Fahrzeug sowie dessen Geschwindigkeit bereits festgelegt, dann ergibt sich die Steigung aus der Umdrehungszahl n des Motors, der Schiffsgeschwindigkeit V in Knoten pro Stunde und dem Rücklauf oder Slip nach der Gleichung:

$$H = \frac{30{,}866 \cdot V}{n \cdot \eta} \quad *) \qquad (13)$$

Ist v gegeben, so ist $H = \frac{v}{n}$ in Metern. Die Umdrehungszahl der Maschine ist je nach Grösse und Art der Motoren sehr verschieden und beträgt im Mittel:

Für sehr grosse Schiffe . . . . etwa 70 - 110 p. Min.
„ kleine und mittlere Dampfer . etwa 110 – 180 „ „
„ ganz kleine Schiffe mit leichten Dampfmaschinen . . . . . bis 500 „ „
„ Benzin- und Petroleummotoren . ca. 300 – 500 „ „
„ Elektromotoren bei direkter Kuppelung etwa 500 – 800, in seltenen Fällen sogar 1000 Umdrehungen.

Zahnradübersetzungen vermeidet man gern, da dieselben neben störendem Geräusch und schnellem Verschleiss auch Kraftverlust verursachen. Die Tourenzahl der betr. Maschine ergibt sich aus Steigung und Geschwindigkeit nach der Formel

$$n = \frac{30{,}866 \cdot V}{H \cdot \eta} \qquad (14)$$

Schrauben mit veränderlicher Steigung. Wie früher bereits angedeutet worden ist, kann die Steigung einer Schraube sowohl konstant als auch veränderlich sein. In letzterem Falle unterscheidet man Schrauben mit radial veränderlicher Steigung und Schrauben mit verschiedener Ein- und Austrittssteigung. Dieserart konstruierte Schrauben sind gebräuchlicher als jene. Bei Schrauben mit radial veränderlicher Steigung legt man die mittlere, welche auf 0,7 R liegt, der Berechnung zugrunde; an der Nabe ist die Steigung alsdann

$$H^1 = \frac{H}{n} \qquad (15)$$

*) Die Zahl 30,866 entspricht einem Knoten pro Stunde, reduziert auf die Minute d. i. $1852 : 60 = 30{,}866$.

während sie am Umfang

$$H^2 = \frac{H - 0{,}3\,H^1}{0{,}7} \qquad (16)$$

beträgt. Bei Schrauben mit peripherial veränderlicher Steigung versteht man unter der mittleren Steigung das arithmetische Mittel von Ein- und Austrittssteigung, also

$$H^m = \frac{He + H^a}{2} \qquad (17)$$

Nach Nystroms pocket book of Engineering soll die Steigung an Umfang gleich dem doppelten Durchmesser sein; verringert sich nach der Mitte zu und ist endlich an der Nabe um den vorausgesetzten Slip kleiner als am Umfange. Andere Konstrukteure wieder machen die Steigung am Umfange und an der Nabe einander gleich und verlegen die grösste Steigung nach der Mitte des Schraubenflügels, von wo aus dieselbe alsdann nach oben und unten zu allmählich abnimmt.

Für Torpedoboote benutzt man mitunter Schrauben, bei welchen die Steigung sowohl radial als auch zwischen den Ein- und Austrittskanten variabel ist; man hat jedoch damit keine nennenswerten Erfolge erzielt.

Bei Schrauben mit veränderlicher Ein- und Austrittssteigung muss erstere stets kleiner sein als letztere, jedoch wird dieselbe nach der Nabe zu wieder ersterer gleich.

Die hierfür giltige Formel ist: Austrittssteigung gleich Eintrittssteigung plus Produkt aus Eintrittssteigung und Slip in %.

$$H^a = \frac{He + (H \cdot s)}{100} \qquad (18)$$

Es betrage z. B. die Eintrittssteigung 4 m, der Slip 20% Die Austrittssteigung betrüge demnach:

$$H^a = \frac{4 + (4 \cdot 20)}{100} = \frac{4 + 4}{5} = 4 \cdot 0{,}8 = 4{,}8 \text{ m}$$

Berichtigung der Steigung. Bei Berechnung der Steigung hat man insofern vorsichtig zu verfahren, als eine zu gross gewählte Steigung leicht die ganze Schraube unbrauchbar macht, während mit einer zu kleinen Steigung immerhin noch brauchbare Resultate erzielt werden. Bei grösseren Schrauben mit aufgesetzten Flügeln hilft man sich dadurch, dass man die Schraubenlöcher im Flügelflansch oval formt.

Nach den Ergebnissen der Probefahrten werden die Flügel alsdann je nach Bedarf nach der einen oder anderen Seite hin etwas versetzt, wodurch in gewissen Grenzen eine grössere oder kleinere Steigung erzielt wird.

Eine zu grosse Steigung ist aus dem Grunde ungünstig, weil die Maschine mit einer solchen Schraube ihre normale Tourenzahl nicht erreicht und infolgedessen ihren günstigsten Wirkungsgrad, welcher bekanntlich bei allen Motoren bei einer bestimmten Umdrehungszahl liegt, nicht erreicht. Bei zu kleiner Steigung würde sich die Tourenzahl allerdings vergrössern, doch bedeutet dies, sofern nicht eine massvolle Grenze überschritten wird, keinen allzugrossen Übelstand. Bei Dampfmaschinen als Antriebskraft kann man die erzeugte Dampfmenge infolge der verminderten Tourenzahl nicht ausnutzen, was umgekehrt nicht der Fall ist und natürlich zu Gunsten einer kleineren Steigung spricht.

Bei kleinen leichten Schrauben aus Bronze oder Deltametall hilft man sich durch Nachrichten der Schrauben mittelst Hämmern auf einer Richtplatte mit Hilfe von Blechschablonen, um die Steigung entsprechend den Versuchsfahrten zu korrigieren.

Bei gusseisernen oder Stahlgussschrauben, sofern dieselben aus einem Stück bestehen, ist an der Steigung nichts mehr zu ändern.

---

4. KAPITEL.

Abgewickelte Flügelfläche.

Ausser Durchmesser und Steigung spielt auch die Fläche der zu konstruierenden Schraube eine wichtige Rolle; dieselbe muss ebenfalls richtig gewählt werden, um einen zweckentsprechenden Propeller zu erhalten.

Der Berechnung der abgewickelten Flügelfläche legt man zu Grunde:

I. Das Verhältnis des Hauptspantareals zur Schraubenkreisfläche.

II. Den Schiffswiderstand (nach Froude).

III. Die Umdrehungszahl und Pferdestärken der Maschine.

1. Bei Ableitung der Flügelfläche aus dem Hauptspantareal bestimmt man dieselbe wie folgt:

$$\frac{\text{Hauptspantareal}}{\text{Areal der abgewickelten Flügelfläche}} = 14\text{—}16$$

$$\text{im Mittel} = 15.$$

Wieder andere Konstrukteure machen die Schraubenfläche gleich einem Bruchteil der Schraubenkreisfläche. Es lautet die diesbezügliche Formel hierfür $F = \frac{1}{4} - \frac{1}{6} S$, für 3-, resp. 4flügelige Schrauben, $\frac{1}{5} - \frac{1}{8} S$ bei 2 flügeligen Propellern. (S. = Schraubenkreisfläche).

2. Ist der Schiffswiderstand bekannt, dann ergibt sich nach Froude die wirksame Flügelfläche nach der Gleichung:

$$F = 0{,}107 \frac{R}{V} \qquad (19)$$

(R, gleich Schiffswiderstand in Kilogramm).

Da nun aber die Schraube doch durch die Kraft der Maschine bewegt wird und infolgedessen in erster Linie von dieser abhängig ist, wird es wohl immer das Richtigste sein, wenn man, wie bereits den Durchmesser und die Steigung, auch die Flügelfläche von ihr abzuleiten sucht. Man bedarf hierzu der Tourenzahl und indizierten Pferdekräfte der Maschine.

Es ist die abgewickelte Flügelfläche F alsdann:

$$= K \sqrt{\frac{N_i}{n}} \qquad (20)$$

K ist ein Koeffizient, welcher bei verschiedenen Schiffen und Geschwindigkeiten auch verschiedenartig ausfällt und nach praktischen Erfahrungen, die man mit ähnlichen Schiffen gemacht hat, aufgestellt worden ist. Aus nachstehender

Tabelle kann man die Werte von K für die hauptsächlichsten Schiffstypen entnehmen:

III.

Art der Schiffe	Geschwind. in Knoten	Anzahl der Flügel	K.
1. Frachtdampfer völlig geb. . .	8—10	4	1,8—1,6
2. Frachtdampfer gewöhnlicher Bauart	10—13	4	1,6—1,4
3. Postdampfer	13—17	4	1,4—1,2
4. Postdampfer mit 2 Schrauben	13—17	4	1,3—1,2
5. Schnelldampfer sehr scharf .	17—22	4	1,2—1,0
6. Schnelldampfer m. 2 Schrauben	17—22	3	1,0—0,8
7. Torpedoboote	20—26	3	0,7—0,5
8. Schlepper	6—8	3	2,0—1,8
9. Kleine Vergnügungsboote . .	5—7	2	2,5—2,2

Flügelfläche bei Schrauben von mehr als 3,5 m Tiefgang. Nach „Fliege", der über die Dimensionen von Propellern sehr eingehende praktische Versuche angestellt hat, ist die Flügelfläche bei einem Tiefgang der Schrauben von mehr als 3,5 m:

$$F = \frac{C^1 \cdot D}{H \cdot n} \cdot \sqrt{N_i} \qquad (21)$$

(unter Tiefgang „t" der Schraube versteht man den Abstand von Mitte Nabe bis zum Wasserspiegel).

C^1 ist $= 13{,}9$ für Schiffe m. 1 Schraube von 4 Flügeln

C^1 „ $= 12{,}9$ „ „ { „ 1 „ „ 3 „ ; „ 2 „ v. je 4 „

C^1 „ $= 11{,}9$ „ „ „ 2 „ „ 3 „

C^1 „ $= 10{,}8$ „ Torpedobt. { „ 1 „ von 3 „ ; „ 2 „ v. je 3 „

Flügelfläche bei Schrauben unter 3,5 m Tiefgang. Ist der Tiefgang geringer als 3,5 m, was wohl meistens der Fall sein wird, dann gewähren folgende Formeln brauchbare Resultate:

I. Für Schiffe mit einer 4flügeligen Schraube:

$$F = \frac{28 \cdot D}{H \cdot n} \cdot \sqrt{\frac{N_i}{t + 0{,}2}} \qquad (22$$

II. Für Schiffe mit zwei 4flügeligen Schrauben:

$$F = \frac{27{,}1 \cdot D}{H \cdot n} \cdot \sqrt{\frac{N_i}{t + 0{,}8}} \qquad (23)$$

III. Für Schiffe mit zwei 3flügeligen Schrauben:

$$F = \frac{26{,}2 \cdot D}{H \cdot n} \cdot \sqrt{\frac{N_i}{t + 1{,}5}} \qquad (24)$$

IV. Für Torpedoboote mit einer 3flügeligen Schraube:

$$F = \frac{24 \cdot D}{H \cdot n} \cdot \sqrt{\frac{N_i}{t + 3{,}0}} \qquad (25)$$

V. Für Torpedoboote mit zwei 3flügeligen Schrauben:

$$F = \frac{25 \cdot D}{H \cdot n} \cdot \sqrt{\frac{N_i}{t + 2{,}5}} \qquad (26)$$

Völligkeit der Flügelspitzen. Zu bemerken ist hierbei jedoch, dass diese Formeln nur dann gültig sind, wenn die Völligkeit der Flügelspitzen zirka 0,475 beträgt, in welcher Form die Schrauben für normale Seeschiffe meistens ausgeführt werden.

Bei Flussdampfern und Schiffen mit geringem Tiefgang wird man, um die nötige Flügelfläche zu erhalten, oft einen bedeutend grösseren Völligkeitskoëffizienten vorsehen müssen. Hierdurch wird jedoch wiederum eine andere Umdrehungszahl der Schraube bedingt, die alsdann nach der Formel:

$$n^1 = \frac{0{,}475 \cdot n}{\varphi} \qquad (27)$$

berechnet wird.

φ bezeichnet die Völligkeit der Flügelspitzen einer Schraube; dieselbe ergibt sich aus dem Verhältnis der Gesamtfläche eines Flügels zu der Fläche, welche über 0,6 des Schraubenradius hinausliegt, also:

$$\varphi = \frac{F^1}{F}. \qquad (28)$$

Durch Tiefgang beeinflusste Veränderungen der Flügelfläche. Da der Tiefgang des Fahrzeuges bei den Abmessungen der Schraube eine wichtige Rolle spielt, ist man zuweilen in der Lage, den Durchmesser grösser machen zu können, als

ihn die Formel 12 ergibt; oder aber ein beschränkter Tiefgang zwingt den Konstrukteur, denselben zu verringern. In beiden Fällen wird man demnach auch die Flügelfläche verändern müssen, in ersterem Falle entsprechend verkleinern, in letzterem dagegen vergrössern, damit derselbe Widerstand wie bei der ursprünglich berechneten Schraube geschaffen wird.

Ist der Durchmesser grösser gegeben, so wendet man zur Umrechnung nachstehende Formel an:

$$n = \frac{n_2 + n_3}{2}. \qquad (29)$$

Es bezeichnet:

n die Umdrehungszahl der Maschine pro Minute,

n_2 die aus Formel 12 sich ergebende Tourenzahl,

n_3 die Umdrehungszahlen, welche in Formel 21 oder 22—26 einzusetzen sind.

Es wird nun nach Formel 12:

$$n_2^{1,4} = \frac{C \cdot Ni^{0,5}}{D \cdot H^x} \qquad (30)$$

oder $$n_2 = \frac{\log C + 0{,}5 \cdot \log Ni - (\log D + x \cdot \log H)}{1{,}4}$$

C ist der Koeffizient, welcher bei Berechnung des Durchmessers in Frage kommt,

x ist der Exponent für die Steigung (siehe Formel 12).

Aus obiger Formel für

$$n = \frac{n_2 + n_3}{2}$$

ergibt sich für $$n_3 = 2 \cdot n - n_2. \qquad (31)$$

Wird nun dieser Wert von n_3 in die Formel 21 oder 22—25 für n eingesetzt, so erhält man diejenige Fläche, welche dem veränderten Durchmesser entsprechen würde.

Bei verkleinertem Durchmesser kann es passieren, dass die Flügel sich verdecken, was unzulässig ist, da eine solche Schraube einen sehr schlechten Wirkungsgrad ergibt infolge des zwischen den Flügeln befindlichen Wassers, welches nicht ablaufen kann. Man muss in derartigen Fällen die Steigung vergrössern und die Flügelfläche verkleinern, es wird alsdann (nach Formel 12):

$$H^1 = Ni \cdot \frac{\log C + 0{,}5 \cdot \log Ni - (\log D + 1{,}4 \cdot \log n)}{x}. \qquad (32)$$

Setzt man den Wert von H^1 in die Formeln 21 oder 22—26 ein, so erhält man die der veränderten Steigung entsprechende Flügelfläche.

Form der Flügel. Die Form des Flügels spielt im allgemeinen keine so wesentliche Rolle, als man gemeiniglich hin annimmt, und kann daher ziemlich willkürlich gewählt werden (siehe Abbildungen Tafel I—VI Fig. 10—27).

Wesentlicher ist, dass die Austrittsfläche grösser gemacht wird als die Eintrittsfläche. Die grösste Breite des Flügels pflegt man gewöhnlich auf 0,6—0,7 des Radius zu legen, doch weicht man, namentlich bei kleineren Schrauben, nicht selten hiervon ab und macht wie z. B. in Fig. 13 den Flügel am Umfang am breitesten.

Auf den Wirkungsgrad der Schraube hat der von 0,6—0,7 R nach der Nabe hin liegende Teil der Flügelfläche keinen oder doch nur sehr geringen Einfluss, die für den Propeller in Frage kommende aktive Fläche befindet sich an der Spitze des Flügels (dem über 0,6 R hinausragenden Flächenteil). Die Völligkeit der Flügelspitzen ist, wie bereits früher erwähnt worden, für gewöhnliche Seeschiffe ca. 0,475, bei Flussschiffen und überhaupt Fahrzeugen mit geringem Tiefgang beträgt sie bis 0,55, in seltenen Fällen sogar noch mehr.

Querschnitt und Stärke des Flügels. Damit das Wasser beim Arbeiten der Schraube möglichst ohne Stoss getroffen wird, hat man den Querschnitten der Schraube eine eigentümliche Form gegeben.

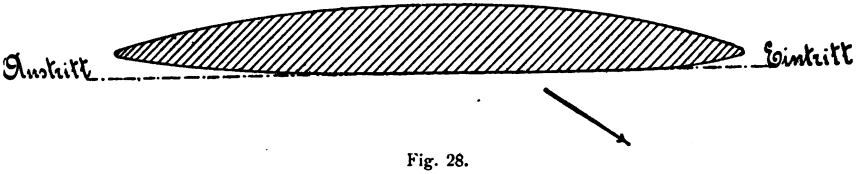


Fig. 28.

Entsprechend seiner Beanspruchung auf Biegung wird der Flügel an der Nabe am stärksten ausfallen und sich nach dem Umfang hin verjüngen.

Die Druckfläche des Flügels wird flach gehalten, die Rückseite zur Erlangung der notwendigen Stärke mehr oder minder stark gewölbt. Die Kanten des Flügels werden

namentlich bei den stärkeren Querschnitten etwas zurückgebogen (unterschnitten), an der Austrittskante mehr wie an der Eintrittskante, um die stark saugende Wirkung an diesem Flügelteil aufzuheben.

Die Flügelstärke „S“ in der Achse der Welle (Fig. 11) wird durchschnittlich ungefähr gleich 0,5 d – 0,55 d gemacht, wenn d den Wellendurchmesser bezeichnet.

Nach Rankine ist

$$S = b \frac{\frac{d^2 \pi}{4}}{4{,}5} \tag{33}$$

wobei b die Breite des Flügels im Schnitt dicht über der Nabe ist.

Allgemein üblich ist auch folgende Formel:

$$S = 1{,}6 \sqrt{\frac{d^3}{a \cdot b}} \quad \text{für Bronze} \tag{34}$$

$$S = 2 \sqrt{\frac{d^3}{a \cdot b}} \quad \text{für Gusseisen} \tag{35}$$

$$S = 1{,}4 \sqrt{\frac{d^3}{a \cdot b}} \quad \text{für Stahlguss} \tag{36}$$

a – Anzahl der Flügel, b – Breite des Flügels in $\frac{R}{3}$ von der Achse entfernt.

Es ist jedoch zweckmässiger, den am stärksten beanspruchten Flügelquerschnitt an der Nabe auf Biegung zu berechnen. Zu diesem Zwecke denke man sich den Flügel als einen an einem Ende eingespannten Balken, der an seinem anderen Ende durch eine Last P^1 beschwert ist, die auf 0,6 R der Schraube anzunehmen ist (Fig. 29)

$$P^1 = \frac{PSe \cdot 75}{v}. \tag{37}$$

V ist hierin die Umfangsgeschwindigkeit des Flügels auf 0,6 R, es wäre demnach

$$P^1 = \frac{PSe \cdot 75 \cdot 60}{2 \cdot 0{,}6 R \cdot \pi \cdot n}. \tag{38}$$

Wird dieser Wert durch die Anzahl der Flügel dividiert, so erhält man die Kraft P, welche einen Flügel auf Biegung beansprucht, d. h. es ist

$$P \cdot l = W \cdot kb. \tag{39}$$

($l = 0{,}6\ r$, die Entfernung des Angriffspunktes der Kraft vom gefährlichen Querschnitt).

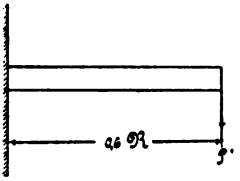


Fig. 29.

Das Widerstandsmoment dieses Querschnitts bestimmt man annähernd, wenn man hierfür die Hälfte des Widerstandsmomentes nimmt, welchen eine Rechtecksfläche besitzt, die diesen Querschnitt einhüllt, also

$$W = \frac{b \cdot h^2}{12} \text{ oder} \tag{40}$$

$$P \cdot l = \frac{b \cdot h^2}{12} k b. \tag{41}$$

kb ist für Gusseisen ca. 300, für Gussstahl und Phosphorbronze ca. 500.

Es sei die Flügelstärke eines 4 flügeligen Propellers zu berechnen, welcher von einer Maschine angetrieben wird, die bei 70 Umdrehungen pro Minute 3000 PS. leistet. Der Schraubendurchmesser sei 5,5 m, die Breite des Flügels über der Nabe 920 mm. Setzt man nun in die Formel

$$P^1 = \frac{PSe \cdot 75 \cdot 60}{2 \cdot 0{,}6 R \cdot \pi \cdot n}$$

die betreffenden Werte ein, so erhält man die Gleichung

$$P^1 = \frac{3000 \cdot 75 \cdot 60}{2 \cdot 0{,}6 \cdot 2{,}75 \cdot 3{,}14 \cdot 70} = \frac{675000}{1{,}65 \cdot 22} = \frac{675000}{36{,}3} = rd.\ 18600 \text{ kg};$$

dividiert durch die Anzahl der Flügel, in diesem Falle also durch 4, wäre $18600 : 4 = 4650$ Kg. per Flügel und weiter

$$P \cdot l = W \cdot kb \text{ ist gleich } 4650 \cdot 1{,}65 = W \cdot 300.$$

Da

$$W = \frac{b \cdot h^2}{12}$$

und $l = 0{,}6\ R$ in cm ist, kann man auch schreiben

$$4650 \cdot 1{,}65 = \frac{b \cdot h^2}{12} \cdot 300$$

b ist 92 cm also $4650 \cdot 1{,}65 = \frac{92 \cdot h^2}{12} \cdot 300$

$\frac{h^2}{12}$ demnach $= \frac{4650 \cdot 1{,}65}{92 \cdot 300} =$

$$h^2 = \frac{4650 \cdot 1{,}65 \cdot 12}{92 \cdot 300} = \frac{15\,345}{46} = 333{,}6.$$

$$h = \sqrt[3]{333{,}6} = \text{rd. } 18{,}3 \text{ cm oder } 183 \text{ mm}$$

womit die gesuchte Flügelstärke gefunden wäre.

---

5. KAPITEL.

Übungsbeispiele.

Nachdem im Vorstehenden sämtliche, für eine Schraube wichtigen Anhaltspunkte durchgesprochen worden sind, sollen diese nunmehr an Hand einiger praktischer Beispiele erprobt werden.

I. Beispiel: Es soll die 4 flügelige Schraube eines Fracht- und Personendampfers berechnet werden. Gegeben sei: $Ni = 4000$, $V = 15{,}0$ Knoten, $n = 70$, $t = 3{,}25$, $\mathfrak{A}$ Areal $= 77{,}0$ qm, das Verhältnis $H : D = 1{,}37$ entsprechend einer Geschwindigkeit V von 15 Knoten, $\varphi = 0{,}54$, $\delta = 0{,}31$.

$$S = \frac{1{,}5}{\delta} \cdot \sqrt{\frac{H}{D} \cdot \frac{V}{(t - 0{,}2)}} = \frac{1{,}5}{0{,}31} \sqrt{1{,}37 \frac{15}{(3{,}25 - 0{,}2)}} =$$

$$4{,}8 \sqrt{1{,}37 \frac{15}{3{,}05}} = 4{,}8 \sqrt{1{,}37 \cdot 49} = 4{,}8 \sqrt{67} = 4{,}8 \cdot 2{,}5 = 12\,\%$$

$$\eta = \frac{100 - S}{100} = \frac{100 - 12}{100} = 0{,}88$$

$$H = \frac{30{,}866 \cdot V}{n \cdot \eta} = \frac{30{,}866 \cdot 15}{70 \cdot 0{,}88} = \frac{462{,}99}{61{,}6} = 7{,}5 \text{ m}.$$

Da für die Schraubenflügel eine Völligkeit von 0,54 vorgesehen worden ist, muss die Umdrehungszahl des Propellers berichtigt werden nach der Formel

$$n^1 = \frac{0{,}54 \cdot 70}{0{,}475} = \frac{37{,}8}{0{,}475} = \text{rd. } 80 \text{ Umdrehungen.}$$

$$D = \frac{446 \cdot Ni^{0{,}5}}{{n_1}^{1{,}4}\, H^{1{,}26}} = \log. 446 + 0{,}5 \cdot \log. 4000 - (1{,}4 \cdot \log. 80 + 1{,}26 \cdot \log. 7{,}5) =$$

$= 2{,}649 + 0{,}5 \cdot 3{,}6 - (1{,}4 \cdot 1{,}9 + 1{,}26 \cdot 0{,}875) =$
$= 2{,}649 + 1{,}8 - (2{,}66 + 1{,}1) =$
$= 4{,}44 - 3{,}76 =$
0,68 oder 5,0 m ⌀

$$F = \frac{28 \cdot D}{H \cdot n} \cdot \sqrt{\frac{Ni}{(t+0{,}2)}} = \frac{28 \cdot 5{,}0}{7{,}5 \cdot 80} \sqrt{\frac{4000}{(3{,}25+0{,}2)}} =$$

$$= \frac{140}{600} \sqrt{\frac{4000}{3{,}45}} = 0{,}233 \sqrt{1159} = 0{,}233 \cdot 34 = 8{,}0 \text{ m}^2$$

II. Beispiel: Für ein Torpedoboot ist eine 3 flügelige Schraube zu berechnen. Gegeben sind $Ni = 1250$, $V = 22$ Knoten, $n = 348$, $\mathfrak{A}$ Areal = 4,7 qm, $t = 0{,}75$, $H : D = 1{,}55$, $\varphi = 0{,}45$, $\delta = 0.65$.

$$S = \frac{1{,}5}{\delta} \sqrt{\frac{H}{D} \cdot \frac{V}{(t-0{,}2)}} = \frac{1{,}5}{0{,}65} \sqrt{1{,}55 \frac{22}{(0{,}75-0{,}2)}} =$$

$$2{,}3 \sqrt{1{,}55 \frac{22}{0{,}55}} = 2{,}3 \sqrt{1{,}55 \cdot 40} = 2{,}3 \sqrt{62} = 2{,}3 \cdot 7{,}87 =$$

$= 18{,}1\ \%$ Slip

$$\eta = \frac{100 - S}{100} = \frac{100 - 18}{100} = 0{,}82$$

$$H = \frac{30{,}866 \cdot V}{n \cdot \eta} = \frac{30{,}866 \cdot 22}{348 \cdot 0{,}82} = \text{rd. } 2{,}37 \text{ m.}$$

Die Umdrehungszahl muss wiederum umgerechnet werden, es wird demnach

$$n^1 = \frac{0{,}45 \cdot 348}{0{,}475} = \frac{156{,}6}{0{,}475} \text{ rd. 330 Umdrehungen.}$$

$$D = \frac{476 \cdot Ni^{0{,}5}}{n^{1{,}4} \cdot H^{1{,}24}} = \log. 476 + 0{,}5 \cdot \log. 1250 -$$
$$- (1{,}4 \log. 330 + 1{,}24 \cdot \log. 2{,}37) =$$
$= 2{,}678 + 0{,}5 \cdot 3{,}097 - (1{,}4 \cdot 2{,}518 + 1{,}24 \cdot 0{,}3748) =$
$= 2{,}678 + 1{,}548 - (3{,}5 + 0{,}46) = 4{,}226 - 3{,}96 =$
$= 0{,}266$ also rd. 1,85 m ⌀.

$$F = \frac{24 \cdot D}{H \cdot n} \cdot \sqrt{\frac{Ni}{(t+3)}} = \frac{24 \cdot 1{,}85}{2{,}37 \cdot 330} \cdot \sqrt{\frac{1250}{(0{,}75+3)}} =$$

$$= \frac{44{,}4}{728} \sqrt{\frac{1250}{3{,}75}} =$$

$= 0{,}057 \sqrt{333} =$
$= 0{,}057 \cdot 18{,}248 =$ rd. 1,1 qm.

III. Beispiel: Für einen Doppelschrauben-Schnelldampfer mit 2 Maschinen à 8000 PSi sind zwei 3 flügelige Schrauben zu berechnen. Gegeben sind: $Ni = 8000$, $V = 20$ Knoten, $n = 85$, $t = 3{,}85$ m, Hauptspantareal $\mathfrak{X} = 115$ qm, $\delta = 0{,}26$, $\varphi = 0{,}475$, das Verhältnis $H : D = 1{,}5$. Nach Tabelle I. auf Seite 17.

Der Slip wird sein

$$S = \frac{1{,}5}{\delta} \cdot \sqrt{\frac{H}{D} \cdot \frac{V}{t - 0{,}2}} = \frac{1{,}5}{0{,}26} \cdot \sqrt{\frac{1{,}5 \cdot 20}{3{,}85 - 0{,}2}} =$$

$$= \frac{1{,}5}{0{,}26} \sqrt{1{,}5 \cdot \frac{20}{3{,}65}} = 6\sqrt{1{,}5 \cdot 5{,}48} = 6\sqrt{8{,}2} = 6 \cdot 2{,}83 = \text{rd. } 17\,\%$$

$$\eta = \frac{100 - S}{100} = \frac{100 - 17}{100} = 0{,}83$$

$$H = \frac{30{,}866 \cdot V}{n \cdot \eta} = \frac{30{,}866 \cdot 20}{85 \cdot 0{,}83} = \frac{617{,}320}{70{,}5} = 8{,}75 \text{ m}$$

$$D = \frac{476 \cdot Ni^{0{,}5}}{n^{1{,}4} \cdot H^{1{,}24}} = \frac{476 \cdot 8000^{0{,}5}}{90^{1{,}4} \cdot 8{,}75^{1{,}24}} =$$

$$= \log. 476 + 0{,}5 \cdot \log. 8000 - (1{,}4 \cdot \log. 90 + 1{,}24 \cdot \log. 8{,}75) =$$
$$= 2{,}677 + 0{,}5 \cdot 3{,}9 - (1{,}4 \cdot 1{,}954 + 1{,}24 \cdot 0{,}942) =$$
$$= 2{,}667 + 1{,}95 - (2{,}7 + 1{,}17) = 4{,}627 - 3{,}87 = 0{,}757.$$

Hiervon der Numerus ist gleich 5,70 m ⌀.

Für die Berechnung der Flügelfläche kommt infolge des Tiefganges der Schraube Formel 21 zur Anwendung.

Es wäre also

$$F = \frac{11{,}9 \cdot D}{H \cdot n} \sqrt{Ni} = \frac{11{,}9 \cdot 5{,}7}{8{,}75 \cdot 85} \cdot \sqrt{8000} =$$

$$= \frac{67{,}83}{743{,}75} \cdot \sqrt{8000} = 0{,}09 \cdot 89 \cdot 2 = \text{rd. } 8 \text{ qm}.$$

IV. Beispiel: Für einen Schleppdampfer mit beschränktem Tiefgange soll die Flügelfläche berechnet werden. Gegeben ist der Durchmesser $D = 1{,}5$ m, $Ni = 160$, $V = 9{,}0$ Knoten, $t = 0{,}85$, $\mathfrak{X} = 7{,}6$ qm, $\delta = 0{,}27$, $n = 185$, $\varphi = 0{,}475$, $H : D = 1{,}22$.

Der Slip wird

$$S = \frac{1{,}5}{\delta} \sqrt{\frac{H}{D} \cdot \frac{V}{t - 0{,}2}} = \frac{1{,}5}{0{,}27} \sqrt{1{,}22 \frac{9}{0{,}85 - 0{,}2}} =$$

$$= 5{,}5 \sqrt{1{,}22 \frac{9}{0{,}65}} = 5{,}5\sqrt{1{,}22 \cdot 1{,}38} = 5{,}5\sqrt{1{,}68} =$$

$$= 5{,}5 \cdot 4{,}1 = 22{,}5\,\%$$

$$\eta = \frac{100 - S}{100} = \frac{100 - 22{,}5}{100} = 0{,}775.$$

$$H = \frac{30{,}866 \cdot V}{n \cdot \eta} = \frac{30{,}866 \cdot 9}{185 \cdot 0{,}775} = \frac{277{,}7}{143{,}375} = \text{rd. } 1{,}9 \text{ m.}$$

Entsprechend dem Durchmesser der Schraube muss nun zunächst die Umdrehungszahl der Schraube ermittelt werden nach der Formel 30, also

$$n_2 = \log. 446 + 0{,}5 \cdot \log. Ni - \frac{(\log. D + 1{,}26 \cdot \log. H)}{1{,}4} =$$

$$= \frac{\log. 446 + 0{,}5 \cdot \log. 160 - (\log. 1{,}5 + 1{,}26 \cdot \log. 1{,}9)}{1{,}4}$$

$$= \frac{2{,}649 + 0{,}5 \cdot 2{,}2 - (0{,}176 + 1{,}26 \cdot 0{,}278)}{1{,}4}$$

$$= \frac{2{,}649 + 1{,}1 - (0{,}176 + 0{,}35)}{1{,}4} = \frac{3{,}749 - 0{,}526}{1{,}4} = \frac{3{,}223}{1{,}4} =$$

$$= 2{,}3 = 200 \text{ Umdrehungen.}$$

Die in Formel 31 einzusetzende Umdrehungszahl wird alsdann $n^3 = 2\,n - n^2, = 2 \cdot 185 - 200 = 370 - 200 = 170.$

$$F = \frac{28\,D}{H \cdot n^3} \sqrt{\frac{Ni}{t + 0{,}2}} = \frac{28 \cdot 1{,}5}{1{,}9 \cdot 170} \sqrt{\frac{160}{0{,}85 + 0{,}2}} = \frac{42}{323} \sqrt{\frac{160}{1{,}05}} =$$

$$= 0{,}13 \sqrt{152} = 0{,}13 \cdot 12{,}33 = 1{,}6 \text{ qm.}$$

V. Beispiel: Für die vorhandene Schraube eines Dampfers sollen die Umdrehungen durch Rechnung gefunden werden. Die vorhandenen Daten sind: $Ni = 300$, $D = 3{,}5$ m, $H = 3{,}75$ m, $F = 4$ qm, $\varphi = 0{,}46$, $t = 2{,}3$, $\mathfrak{X} = 32$ qm, $V = 8{,}5$ (angenommen).

Nach Formel 30 wird

$$n_2 = \frac{\log. 446 + 0{,}5 \cdot \log. Ni - (\log. D + 1{,}26 \cdot \log. H)}{1{,}4} =$$

$$= \frac{\log. 446 + 0{,}5 \cdot \log. 300 - (\log. 3{,}5 + 1{,}26 \cdot \log. 3{,}75) =}{1{,}4}$$

$$= \frac{2{,}649 + 0{,}5 \cdot 2{,}4771 - (0{,}5441 + 1{,}26 \cdot 0{,}574)}{1{,}4}$$

$$= \frac{2{,}649 + 1{,}238 - (0{,}5441 + 0{,}7232)}{1{,}4} = \frac{3{,}887 - 1{,}267}{1{,}4} = \frac{2{,}62}{1{,}4} =$$

$$= 1{,}87 = 74 \text{ Umdrehungen.}$$

Nach Formel 22 ist

$$n^3 = \frac{28 \cdot D}{H \cdot F} \cdot \sqrt{\frac{Ni}{t + 0{,}2}} = \frac{28 \cdot 3{,}5}{3{,}75 \cdot 4} \sqrt{\frac{300}{2{,}3 + 0{,}2}} = \frac{98}{15} \sqrt{\frac{300}{2{,}5}} =$$

$$= 6{,}53 \sqrt{120} = 6{,}53 \cdot 10{,}95 = \text{rd. } 71{,}5 \text{ Umdrehungen.}$$

Nach Formel 29 wird

$$n = \frac{n^2 + n^3}{2} = \frac{74 + 71{,}5}{2} = 73 \text{ Umdrehungen.}$$

Da nun $\varphi = 0{,}46$, wird

$$n^1 = \frac{0{,}475 \cdot n}{\varphi} = \frac{0{,}475 \cdot 73}{0{,}46} = \frac{34{,}675}{0{,}46} = 75{,}5 \text{ Umdrehungen,}$$

$$\delta = \frac{\frac{D^2 \pi}{4}}{\mathfrak{A}} = \frac{9{,}62}{32} = 0{,}3;$$

der Slip demnach

$$\frac{1{,}5}{\delta} \cdot \sqrt{\frac{H}{D} \cdot \frac{V}{t - 0{,}2}} = \frac{1{,}5}{0{,}3} \sqrt{1{,}07 \cdot \frac{8{,}5}{2{,}3 - 0{,}2}} = 5 \sqrt{1{,}07 \cdot \frac{8{,}5}{2{,}1}} =$$

$$= 5 \sqrt{1{,}07 \cdot 4} = 5 \sqrt{4{,}28} = 5 \cdot 2{,}05 = 10{,}25\,\%$$

$$\eta = \frac{100 - S}{100} = \frac{100 - 10{,}25}{100} = 0{,}8975;$$

die Geschwindigkeit V

$$V = \frac{n \cdot H \cdot \eta}{30{,}866} = \frac{75{,}5 \cdot 3{,}75 \cdot 0{,}897}{30{,}866} = \frac{253{,}94}{30{,}866} = 8{,}23 \text{ Knoten.}$$

VI. Beispiel: Es sei die 2 flügelige Schraube für ein Elektromotorboot zu berechnen, welches bei 3 PSi eine Geschwindigkeit von 10,5 Klm. erreichen soll. Der Slip betrage 22 pCt.*), die Umdrehungszahl des Motors 750 pro Minute, das eingetauchte Hauptspantareal des Bootes 0,76 qm.

Man berechnet zuerst die Schiffsgeschwindigkeit in Metern pro Minute nach Formel 5, also in diesem Falle

$$v = \frac{10\,500}{60 \cdot 0{,}78} = 224{,}3 \text{ m.}$$

Hieraus ergibt sich sodann die Steigung nach der Formel

$$H = \frac{v}{n} = \frac{224{,}3}{750} \text{ zu } 0{,}3 \text{ m.}$$

*) Erfahrungsgemäss schwankt der Slip bei derartigen Fahrzeugen normaler Bauart zwischen 20—30 pCt. entsprechend einer kleineren oder grösseren Umdrehungszahl. Eine vorherige Berechnung des Slips bei derartig kleinen Schrauben lässt sich nach der für ansehnlichere Propeller und geringere Umdrehungszahlen aufgestellten Formel nicht ausführen.

Auf Grund der gefundenen Steigung wird nunmehr der Durchmesser der Schraube ermittelt nach Formel 9

$$D = \frac{H \cdot \cot. \alpha}{\pi} = \frac{0{,}3 \cdot \cot. \alpha}{3{,}1416} = \frac{0{,}3 \cot. 12^0}{3{,}1416} = \frac{0{,}3 \cdot 4{,}705}{3{,}1416} = \frac{1{,}4115}{3{,}1416} =$$
$$= \text{rd. } 0{,}45 \text{ m.}$$

Das Areal der abgewickelten Flügelfläche betrage nach dem auf S. 24 Gesagten den 15. Teil der Hauptspantfläche, also

$$\frac{15}{0{,}76} = 0{,}05 \text{ m}^2.$$

Eine hiernach berechnete Schraube von diesen Abmessungen hat für das betreffende Fahrzeug gute Resultate ergeben.

---

6. KAPITEL.

Schrauben mit veränderlicher Steigung.

Neben den Propellern mit gleichmässiger unveränderlicher Steigung kommen auch solche mit veränderlicher Steigung öfters zur Anwendung. Namentlich bei grossen Schiffen werden dieselben jetzt vielfach ausgeführt, nachdem man durch eingehende Modellversuche festgestellt hat, dass man mit ihnen unter gewissen Umständen einen höheren Wirkungsgrad erzielen kann, wie mit solchen, bei denen die Steigung konstant ist. Wie schon in einem früheren Abschnitt erwähnt worden ist, hat man dabei zu unterscheiden zwischen Schrauben bei denen die Steigung radial, d. h. von der Drehachse nach dem Umfange zu veränderlich ist und solchen, welche verschiedene Ein- und Austrittssteigung besitzen. Letztere Art ist die gebräuchlichere. Ausserdem gibt es auch Schrauben mit sowohl radial wie auch peripherial veränderlicher Steigung, doch beschränken sich derartig konstruierte Propeller auf besondere Spezialfälle. Bei solchen Schrauben ist es üblich, die Eintrittssteigung konstant auszuführen und nur die Austrittssteigung radial veränderlich zu machen.

Schrauben mit radial veränderlicher Steigung. Für Schrauben mit speziell hoher Umfangsgeschwindigkeit hat sich eine Konstruktion gut bewährt, die auf ca. $\frac{1}{2} - \frac{1}{3}$ ihres Radius

mit konstanter Steigung ausgeführt worden ist und von da ab nach dem Umfange stetig abnimmt. Der Wirkungsgrad dieser Art Propeller ist ein um ca. 4 pCt. höherer wie bei solchen normaler Ausführung. Um Schrauben mit radial veränderlicher

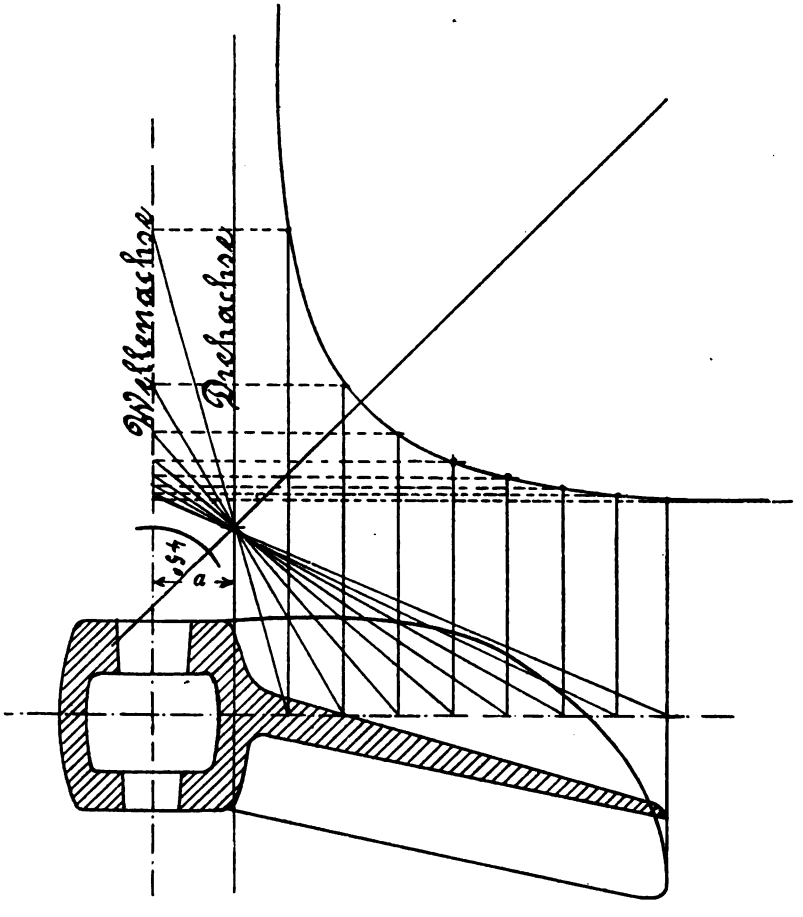


Fig. 30.

Steigung herzustellen, darf die Drehachse nicht mit der Schraubenachse zusammenfallen, d. h. sie wird um ein bestimmtes Stück aus der Schraubenmitte herausgerückt.

Je nachdem man die Drehachse verschiebt, erhält man Propeller mit einer von innen nach aussen ansteigenden resp.

abfallenden Steigung entsprechend dem Werte der Excentrizität der Drehachse (Fig. 30). Ist a positiv, dann nimmt die Steigung von innen nach aussen zu, sie nimmt dagegen nach dem Umfange zu ab, falls a einen negativen Wert darstellt, wie in Fig. 30. Zum Aufdrehen solcher Schrauben benötigt man einer Umfangsschablone wie beim Herstellen von Propellern mit konstanter Steigung. Setzt man nun ausser der Umfangsschablone innerhalb des Schraubenflügels eine weitere

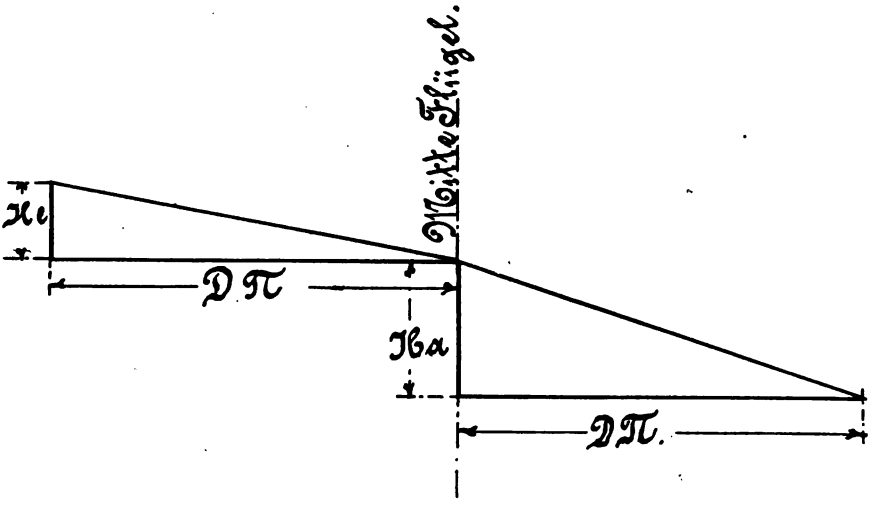


Fig. 31.

Schablone auf, deren Steigung von derjenigen der Umfangsschablone verschieden ist, so kann man beim Aufdrehen Schraubenflächen erzeugen, die von innen nach aussen wechselnde Steigung aufweisen. Das Streichbrett muss natürlich beim Aufdrehen in diesem Falle auf beiden Schablonen gleichmässig aufliegen. (Siehe III. Teil.)

Schrauben mit peripherial veränderlicher Steigung. Bei der Herstellung von Schrauben mit peripherial veränderlicher Steigung benötigt man für die Eintritts- sowohl wie für die Austrittssteigung zweier verschiedener Umfangsschablonen entsprechend den verschiedenen Steigungen für Ein- und Austrittshälfte der betreffenden Schraube. Die Anordnung solcher Aufdrehschablone zeigt Fig. 31.

Zeise-Propeller. Einen ganz besonderen Schraubentyp mit veränderlicher Steigung stellt der Zeise-Propeller dar. Der bekannte Schraubenkonstrukteur geht bei seiner Patentschraube von der Voraussetzung aus, dass dem inneren nach der Nabe zu liegenden Teile eines Schraubenflügels viel zu wenig Beachtung geschenkt wird. Er gibt daher seinem Propeller eine radial veränderliche Steigung, die vom Umfange nach der Nabe zu erst langsam, dann fortschreitend ständig wächst, wodurch der innere Flächenteil der Schraube besonders ausgenutzt und hierdurch beim nämlichen Kraftverbrauch ein besserer Nutzeffekt der Schraube erzielt werden soll. Tatsächlich zeigen denn auch die Zeise-Propeller gegenüber den üblichen Normalpropellern unter Umständen einen um 5 bis 10 pCt. höheren Wirkungsgrad. Hierbei spielen jedoch auch die Form der Flügelfläche sowie die Form der Erzeugenden eine wesentliche Rolle, und werden solche Schrauben für jeden Einzelfall unter besonderer Berücksichtigung der betreffenden Schiffsform von der Firma Zeise nach einem eigenen Verfahren hergestellt.

Besonders wird dem Zeise-Propeller ein ruhigeres Arbeiten und damit verbundene Verminderung von Vibrationserscheinungen nachgerühmt. Weiter gewährt er noch den Vorteil grösserer Gewichtsersparniss, da infolge der eigenartigen Steigungsverhältnisse die Resultierende der Druckkräfte näher dem Mittelpunkt der Schraube gerückt wird, wodurch er in seinen Abmessungen schwächer gehalten werden kann.

Errichtet man die Werte der Steigungslinien eines Zeise-Propellers in einem bestimmten Massstabe als senkreckte Linien auf dem Radius der Schraube, so ergeben die Schnittpunkte dieser Linien mit den zugehörigen Radien zu einer Linie verbunden eine Hyperbel, deren Achse mit der Schraubenachse einen Winkel von 45 Grad bilden. (Siehe Fig. 30.)

„Niki" - Propeller. Als ein geeigneter Propeller für hohe Tourenzahlen speziell für Fahrzeuge mit Turbinenantrieb, wird neuerdings der sogenannte „Niki"-Propeller empfohlen.

Er ist eine Erfindung S. K. H. des Grossherzogs Friedrich-August von Oldenburg und durch Reichspatent Nr. 157 709 geschützt.

Der „Niki“-Propeller ist aus dem „Zeise“-Propeller hervorgegangen, zeigt letzterem gegenüber aber ein charakteristisches Unterschiedsmerkmal, insofern als die Mitten der Propellerflügel auf der Nabe nicht in einer zur Wellenachse senkrechten Ebene sitzen, sondern hintereinander in einer auf der Nabe

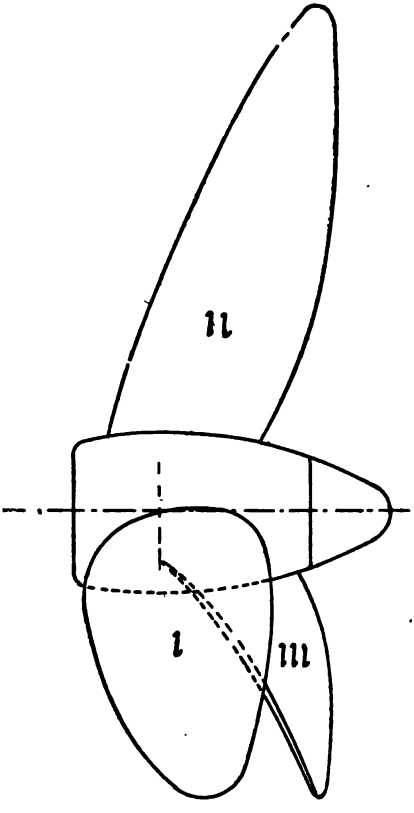


Fig. 32.

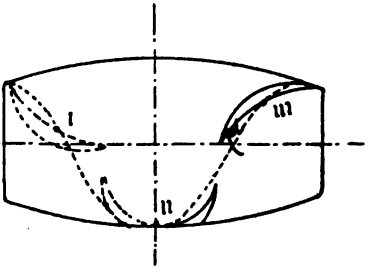


Fig. 33.

gezeichneten Schraubenlinie, deren Steigung von der Umdrehungszahl und Steigung der Schraube abhängt, derart angeordnet sind, dass der dem Schraubensteven des Schiffes zunächst liegende Flügel zuerst eingreift, dann der zweite, dritte u. s. f. (Fig. 32 u. 33).

Die Flügelfüsse fallen nicht mit der Schraube zusammen, sondern bilden mit ihr bestimmte Winkel. Es lässt sich die

Wirkung dieser Anordnung durch Veränderung der Steigungen und Flügelflächen untereinander noch um einiges erhöhen.

Die Anordnung der Flügel des „Niki"-Propellers hat den Zweck, einen besseren Wasserzufluss herzustellen und dadurch Cavitationen (d. i. Hohlräume in dem die Schraube umgebenden Wasser), welche bei hohen Umdrehungszahlen auftreten, auf ein Minimum zu beschränken.

Vergleicht man die Arbeit der „Niki"-Schraube mit einem Normalpropeller, so ergibt sich, dass erstere eben infolge ihrer eigenartigen Konstruktion bei derselben Schiffsgeschwindigkeit und gleichem Widerstande mit weniger Slip und geringerer Tourenzahl arbeitet, was einer Verminderung des Arbeitsaufwandes zur Fortbewegung des Schiffes entsprechen würde.

Aus dem kleineren Slip ergibt sich wiederum eine geringere Schraubensteigung, wodurch in vielen Fällen, namentlich bei beschränktem Durchmesser, sich ein günstigeres Verhältnis zwischen jener und diesem und ein besserer Wirkungsgrad der ganzen Propelleranlage herstellen lässt.

---

7. KAPITEL.

Schrauben mit verstellbaren Flügeln.

Wie wohl allgemein bekannt sein dürfte, können Explosionsmotoren, d. h. Gas-, Benzin- oder Spiritusmaschinen nicht umgesteuert werden, d. h. sie laufen stets nur nach einer Richtung um und infolgedessen auch die hiermit gekuppelte Schraubenwelle. Man könnte also ohne besondere Vorrichtung derartige Motoren für den Schiffsbetrieb nicht verwenden. Es gibt nun verschiedene Methoden um solche Maschinen trotzdem der Schiffahrt nutzbar zu machen. Die erste Methode besteht darin, dass man zwischen Motor und Schraube ein sogenanntes Wendegetriebe einschaltet, wodurch erzielt wird, dass die Schraubenwelle beliebig vorwärts oder rückwärts getrieben wird, ohne dass die Maschine ihre Drehrichtung ändert. Ein derartiges Wendegetriebe zeigen Fig. 34 u. 35.

Wendegetriebe. Es besteht im grossen Ganzen aus einem Gestell, auf welches 4 konische Räder sowie 2 Kupplungen

auf einer verschiebbaren Muffe *r* montiert sind. Rad *a* ist mit der Maschinenwelle *h* durch Keile starr verbunden.

Auf der Nabe von Rad *a*, welche weit übergreift und solchergestalt eine Führungsbuchse für die Propellerwelle *p* abgibt, sitzt leicht verschiebbar eine Muffe mit 2 Reibungskupplungen *s* und *t*. Die Muffe ist durch Keile auf der Propellerwelle *p* gezwungen bei Bewegungen derselben letztere mitzunehmen. Das andere Ende der Muffe mit der Kupplung *t* sitzt auf der Nabe von Rad *b*, welch letzteres jedoch zum Unterschiede von Rad *a* auf der Propellerwelle lose aufgesetzt

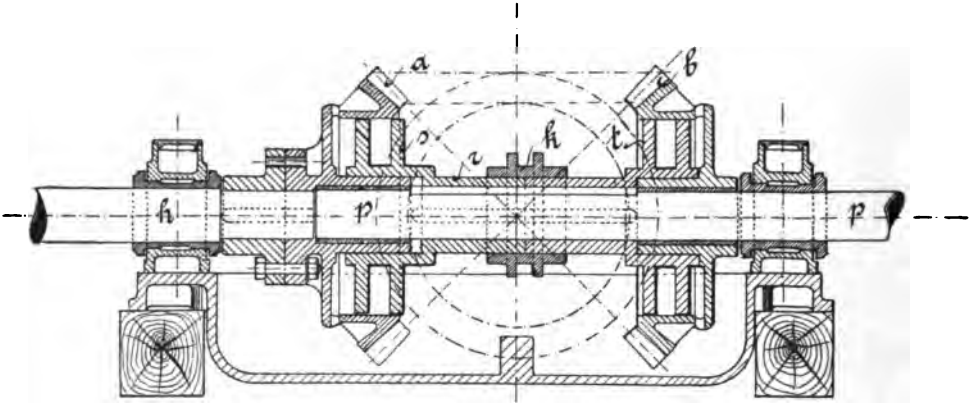


Fig. 34.

ist und mit dieser erst vermittelst der Kupplung *t* fest verbunden wird. Die konischen Räder *c* und *d* laufen lose in ihren Lagern und greifen in *a* und *b* mit ihren Zähnen ein. Auf der Muffe sitzt ein Halsring *k*, um welchen ein Hebel greift, vermittelst dessen man die eine oder andere Kupplung einschalten kann.

Bei Vorwärtsgang nun wird Kupplung *s* mit dem festen Rad *a* verbunden, die Propellerwelle *p* infolgedessen durch die Keile gezwungen mit Rad *a*, also der Maschine in gleicher Richtung mitzulaufen. Rad *c*, *d* und *b* laufen lose mit.

Beim Rückwärtsfahren wird Kupplung *s* aus-, Kupplung *t* dagegen eingeschaltet und die Kraftübertragung vom Motor zur Propellerwelle erfolgt nunmehr vom Rad *a* durch die beiden Räder *c* und *d* auf das andere durch Kupplung *t* mit

der Propellerwelle fest verbundene Rad *b*, wodurch letzteres die umgekehrte Drehrichtung wie Rad *a* erhält.

Eine derartige Anordnung findet man hauptsächlich bei grösseren Maschinen. Es lässt sich dabei jede normale Schraube mit festen Flügeln verwenden.

Schrauben verschiedener Gangart auf einer Welle. Eine andere, jedoch nicht besonders empfehlenswerte Methode

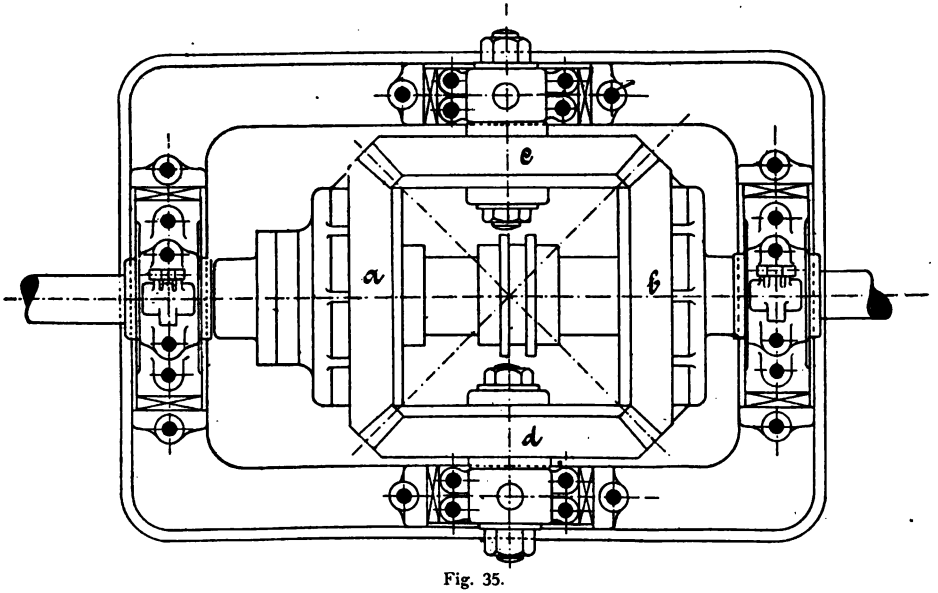


Fig. 35.

besteht darin, dass man auf dem Schraubenschaft für Vorwärts- und Rückwärtsfahrt 2 Schrauben verschiedener Gangart, also eine rechtsgängige und eine linksgängige anordnet. Beide Schrauben sitzen auf dem Wellenende vermittelst einer zum Teil konisch ausgebohrten Nabe lose auf der Welle. Letztere besitzt zwischen beiden Schrauben einen fest aufgekeilten Konus. Verschiebt man nun vermittelst eines Hebels die Welle in der einen oder anderen Richtung, so wird entweder die rechtsgängige oder die linksgängige Schraube mit der Welle festgekuppelt und man zwingt das betreffende Fahrzeug dadurch entweder vorwärts oder rückwärts zu fahren.

Es kann immer nur eine Schraube von der Welle mitgenommen werden, indess die andere lose auf derselben sitzt.

Bei Verwendung von Explosionsmaschinen auf kleineren Fahrzeugen, sowie bei Anwendung jeder Art Hilfsmaschinen auf Segelschiffen, Yachten und überhaupt Fahrzeugen, welche viel unter Segel fahren, benutzt man Schrauben, deren Flügel auf einer hohlen Nabe so angeordnet sind, dass sie sich vom Innern des Schiffes aus vermittelst einer besonderen Vorrichtung leicht in jede beliebige Lage verstellen lassen. Man erreicht hierdurch verschiedene Geschwindigkeitsvariationen je nach Veränderung der Steigung, sowie durch Herumdrehen der Flügel wodurch die entgegengesetzte Steigung entsteht, auch eine entgegengesetzte Fahrtrichtung, ohne dass man die Drehrichtung der Maschine zu verändern braucht.

Beim Segeln können die Flügel derart verstellt werden, dass sie senkrecht zur Fahrtrichtung stehen und vom Hintersteven verdeckt werden, wodurch der Widerstand der Schraube gegen ein Fortbewegen des Schiffes auf ein Minimum reduziert wird. Eine derartig konstruierte Schraube bietet daher wesentliche Vorteile gegenüber einer normalen Schraube mit festen Flügeln.

Es existieren eine ganze Reihe der verschiedensten Constructionen umsteuerbarer Propeller teils gut, teils weniger gut in ihrer Anordnung und Ausführung. Wir wollen uns in Nachstehendem daher nur auf die hauptsächlichsten und verbreitetsten Typen sowie deren Konstruktionen beschränken.

Bevisschraube. Einer der ältesten und am häufigsten gebrauchten Propeller mit umsteuerbaren Flügeln ist wohl die englische Bevisschraube und hat ihre Konstruktion den meisten anderen derartigen Propellern als Vorlage gedient.

Sie hat s. Zt. die weiteste Verbreitung in der englischen Kriegsmarine gefunden als die Schiffe noch neben der Dampfkraft Segel zur Fortbewegung benutzten und findet jetzt noch vielfach Anwendung bei grossen Segelschiffen für transatlantische Fahrten, welche mit einer Hilfsmaschine ausgerüstet sind, um die Regionen dauernder Windstille schneller passieren zu können.

Abb. 36, 37 zeigt eine solche Schraube verbesserten Systems. Sie besteht aus der zweiteiligen Nabe *a*, den

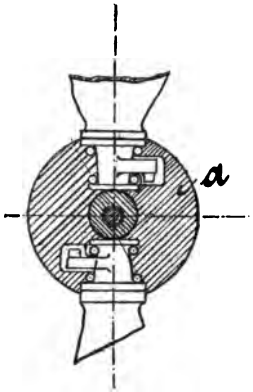


Fig. 37.

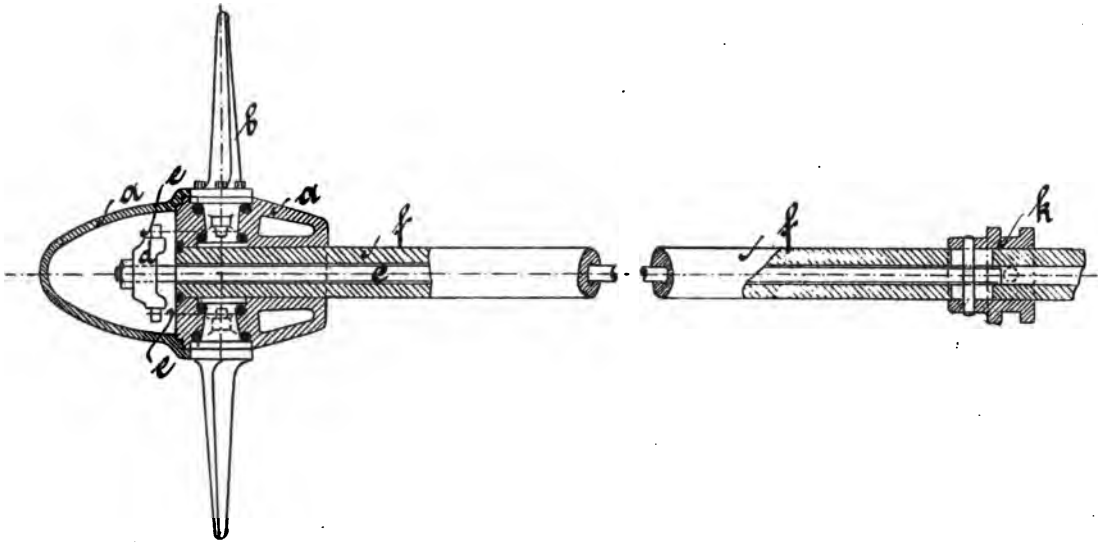


Fig. 36.

Schraubenflügeln *b*, der Zugstange *c* mit der durchbohrten Schraubenwelle *f* und dem Kreuzstück *d*, sowie den Verbindungsstücken *e*, ferner der Muffe *k*.

Der vordere Teil der Nabe ist auf die Welle *f* fest aufgekeilt und mit derselben starr verbunden. Er dient als Lager für die Schraubenflügel *b*, welche vermittelst konischer Zapfen und Flanschstücke in ihr befestigt sind. Um die Reibung der schweren Flügel beim Bewegen möglichst zu reduzieren, laufen dieselben auf Kugeln.

Die konischen Zapfen der Flügel erhalten seitliche kurbelähnliche Ansätze, an welchen die Verbindungsstücke *e* befestigt werden, die zu dem Kreuzstück *d* führen, welches wiederum an der Zugstange *c* befestigt ist. Wird nun letztere hin- und hergeschoben, so überträgt sich die Bewegung auf die Flügel und kann man denselben hierdurch jede gewünschte Lage resp. Steigung geben. Damit man nun die Zugstange in horizontaler Richtung bewegen kann, ohne gleichzeitig die Schraubenwelle verschieben zu müssen, was ja nicht angängig wäre, ist letztere an ihren einem Ende mit einem länglichen Schlitz versehen, durch welchen ein Keil gesteckt wird, der die Zugstange mit der auf der Welle befindlichen Muffe *k* verbindet. Letztere trägt in ihrer Mitte eine ringförmige Aussparung, in welcher ein zweiteiliger Schleifring sitzt, der mit dem Umsteuerungshebel verbunden ist. Bei Betätigung desselben gleitet also die Muffe auf der Welle entlang und infolgedessen also auch der Keil, der diese Bewegung auf die Zugstange überträgt, welche alsdann, wie wir bereits gesehen haben, die Flügel in Bewegung setzt. Der hintere hohle Teil der Nabe ist als Kapsel ausgebildet und dient als Schutz des Mechanismus vor äusseren Beschädigungen.

Grobsche Schraube. Eine für kleinere Petroleumbarkassen vielfach ausgeführte Methode, welche mit der vorher beschriebenen viel Ähnlichkeit besitzt, zeigen die Fig. 38—41. Auf der hohlen Welle *a*, in welcher die Schubstange *b* gelagert ist, ist die gleichfalls hohle Nabe *c* starr befestigt. Die mit Kurbelzapfen versehenen Flügel *f* sind in entsprechenden Aussparungen der Nabe befestigt. An diese Kurbeln der Flügel sind gabelförmige Stücke vermittelst Augbolzen befestigt und führen zu einem Kreuz-

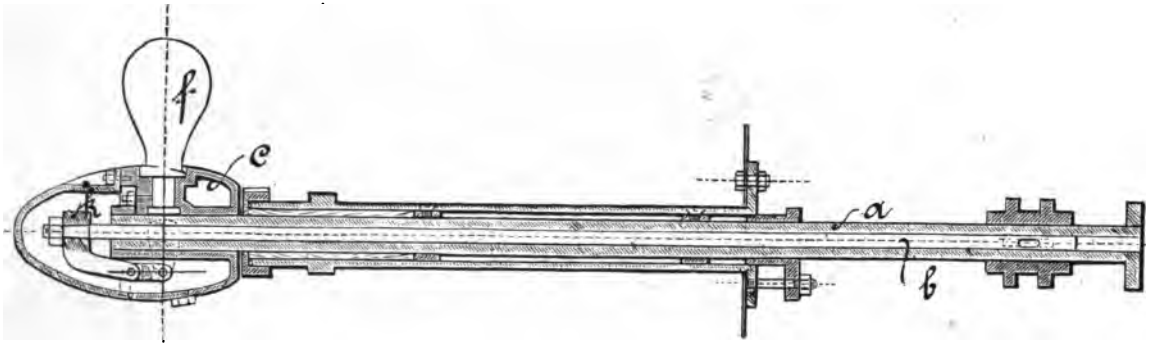


Fig. 38.

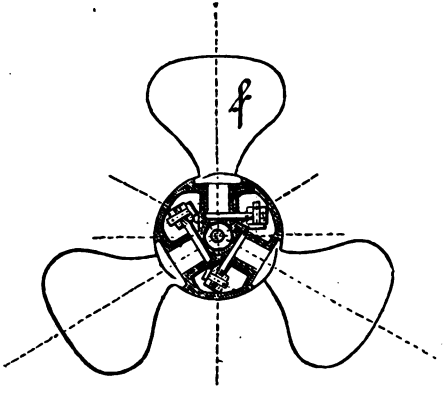


Fig. 39.

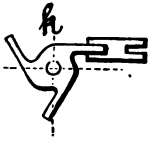


Fig. 40.

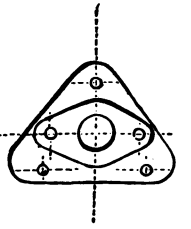


Fig. 41.

stück *k*, welches auf dem äussersten Ende der Schubstange sitzt. Die Bewegung der letzteren geschieht wie bei der Bevisschraube wiederum vermittelst eines Umsteuerhebels, der eine Muffe in Bewegung setzt, welche diese Bewegung durch einen Keil, der in einem Schlitz der Schraubenwelle gleitet, auf die Schubstange überträgt.

Meissnersche Schraube. Einer der am weitesten verbreiteten Schraubenpropeller mit umsteuerbaren Flügeln ist derjenige von Meissner. Er findet vielfach Verwendung bei Benzin- und Motorbarkassen, sowohl für schwere Arbeitsboote als auch bei Luxusfahrzeugen. Die Konstruktion ist geschickt und praktisch ausgeführt und entspricht allen Anforderungen, welche man an derartige Anlagen zu stellen berechtigt ist. Fig. 42 zeigt eine komplette Schrauben - Installation nach Meissners Patent in moderner Ausführung. Die beweglichen Schraubenflügel, welche auf der gutgeformten und verhältnismässig kleinen hohlen Nabe sitzen, werden durch eine in der hohlen Schraubenwelle gelagerten Schubstange, welche an ihrem in die Nabe hineinragenden Ende ein Gleitstück, den sogenannten Kreuzschieber trägt, betätigt. Die Schraubenflügel sind in der Nabe gelagert vermittelst Fusszapfen, die an ihren Enden scheibenförmige Ansätze mit schlitzartigen Öffnungen, — der Kurbelschleifen tragen, welche an dem Kreuzschieber, der eine dreieckig prismatische Form besitzt, befestigt sind und bei Bewegung desselben diese auf die Flügel übertragen.

Neuartig ist die Betätigung der Schubstange. Der Mechanismus hierzu besteht aus mehreren Teilen; dem Schieberflansch mit Schieberbalken, sowie dem Flügeldrucklager mit Verschiebungsschnalle. Diese Anordnung hat den Zweck, den sonst üblichen, in Vorhergehendem bereits beschriebenen Schlitz und der damit verbundenen Schwächung der hohlen Welle, sowie den immerhin recht schwachen Keil der Schubstange zu vermeiden und die Anlage hierdurch möglichst betriebssicher zu gestalten.

Das Ende der Schubstange ist an dem kräftigen Schieberbalken *b* befestigt. Letzterer trägt 2 Spindeln, durch welche er mit dem Flügeldrucklager *f* verbunden wird. Dieses ist mit einer Ringlagerschmierung *p* versehen. Das Flügeldruck-

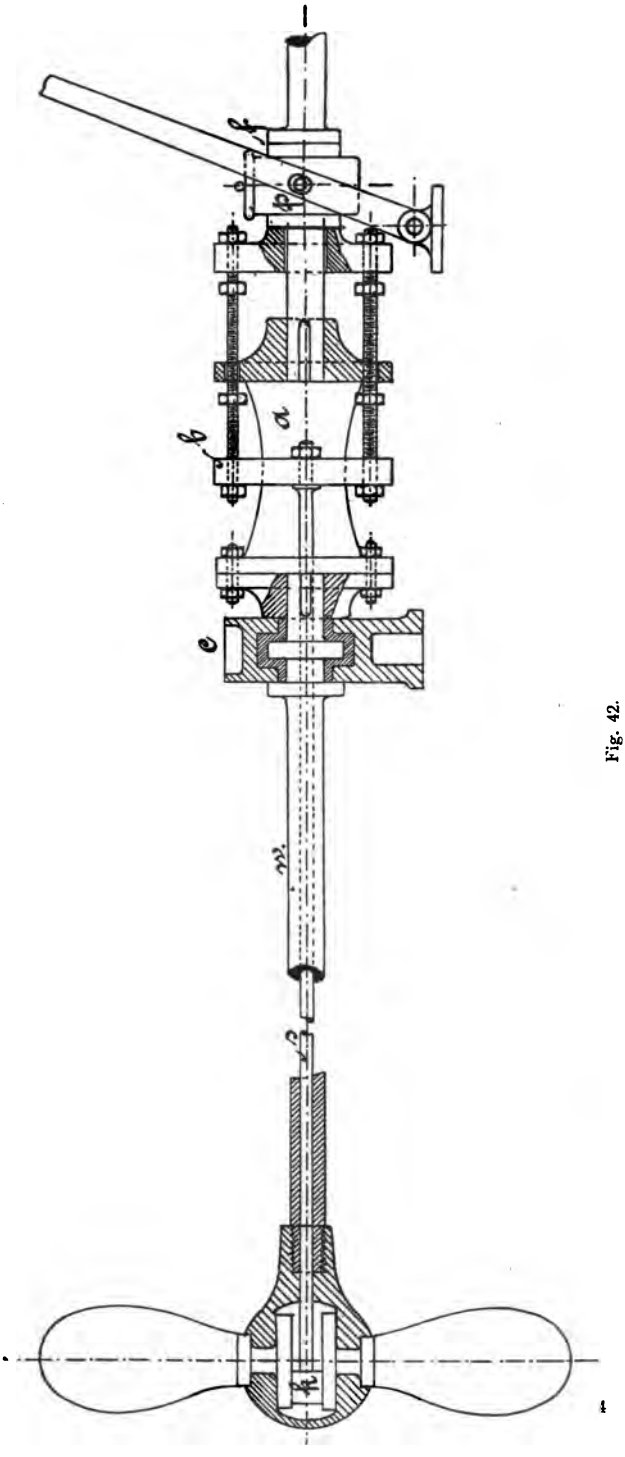


Fig. 42.

lager ist dazu bestimmt, einen Teil des auf die Flügel wirkenden, von der Schubstange und den Spindeln übertragenen axialen Druckes aufzuheben.

Die auf den Spindeln befindlichen Stellmuttern haben sowohl den Zweck den Ausschlag der Flügel zu begrenzen, als auch den Druck auf die Kurbelzapfen der Flügel in der Nabe zu entlasten.

Vermittelst der Spindeln und der Stellmuttern lässt sich jederzeit auf bequeme Weise die Steigung der Flügel regulieren und der vorhandenen Betriebskraft anpassen, wodurch namentlich Überlastungen und daraus entstehende Unfälle auf einfache Weise vermieden werden.

Bei Verwendung von Automobilmotoren mit hohen Tourenzahlen für kleine und leichte Fahrzeuge werden, um Reibungen nach Möglichkeit zu vermeiden, Kugeldrucklager vorgesehen und durch Benutzung von sogen. Bullbronce die Dimensionen der Wellen etc. auf ein Minimum reduziert.

Daevelsche Schraube. Eine andere, sehr solide und einfache Ausführung nach dem System Daevel, bei welcher die Schubstange wegfällt und anstatt dessen die Propellerwelle zum Verstellen der Flügel benutzt wird, stellen Fig. 43 u. 44 dar. Die feststehende hohle Nabe sitzt auf einem Rohr *r*, welches an seinem Ende die Kammzapfen für das Drucklager *d* trägt, in welchem der axiale Triebdruck der Flügel aufgenommen und unschädlich gemacht wird.

Die Propellerwelle ragt in die Nabe hinein und trägt an ihrem Ende eine Verlängerung, die in einer entsprechenden Lagerung der Nabe ruht und als Führung der Welle beim Verschieben dient.

Die Betätigung der Flügel erfolgt durch einen Kreuzkopf *l*, welcher auf der Propellerwelle sitzt und mit entsprechenden Öffnungen *o* zur Aufnahme der Kurbelzapfen, welche an den Füssen der Schraubenflügel sitzen, versehen ist. Zum Verschieben der Propellerwelle dient der bekannte Hebel, welcher vermittelst zweier Zapfen einen Halsring *h* führt, der zwischen zwei Bünden der Propellerwelle gelagert ist. Die Verbindung zwischen Maschinenwelle und Schraubenwelle bewerkstelligt eine Muffe *k*, in welcher beide Wellen vermittelst je eines vier-

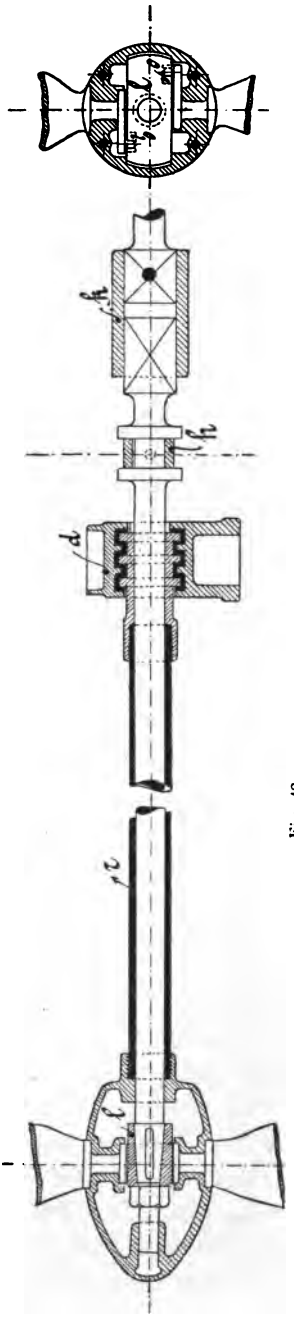


Fig. 43.

Fig. 44.

kantigen Ansatzes hineinragen und die genügend Zwischenraum besitzt, um die Propellerwelle hierin beliebig hin- und herzuschieben.

8. KAPITEL.

Turbinenpropeller.

Für kleine und sehr flach gehende Fahrzeuge, wie sie vielfach Verwendung finden auf den unregulierten Flüssen Südamerikas und der Colonien und deren Tiefgang gewöhnlich 30—50 ctm nicht überschreiten darf; kann man gewöhnlich Schraubenpropeller nicht verwenden, da dieselben viel zu gross ausfallen, oder falls doch noch verwendbar, einen sehr schlechten Nutzeffekt ergeben würden.

Aus dem nämlichen Grunde sind auch Schaufelräder nicht gut verwendbar, ganz abgesehen davon, dass sie viel schwerer und kostspieliger sind, sowie eine besondere Schiffsform bedingen würden, was bei kleinen Fahrzeugen nicht immer ausführbar ist.

Da bei flachgehenden Fahrzeugen ganz besonders an totem Gewicht gespart werden muss, müssen Kessel und Maschine möglichst leicht gehalten werden, was für die Maschine wiederum eine hohe Umdrehungszahl bedingt, um den gleichen Effekt zu erzielen.

Für hohe Umdrehungszahlen sind Paddelräder indessen garnicht geeignet und desgleichen wirkt eine grosse Tourenzahl auch ungünstig auf Schraubenpropeller.

Man hat nun für solche Fälle sogenannte Turbinen konstruiert, die gerade bei hoher Umdrehungszahl am günstigsten arbeiten und ein Minimum an Tiefgang beanspruchen.

Die bekanntesten derartigen Propeller sind die Zeunerschen Reaktionsturbinen, welche indess nur wenig Verbreitung gefunden haben, sowie der Holtzsche Aktionsturbinenpropeller, der vielfach bei kleinen flachen Fahrzeugen in Ausführung kommt.

Holtzsche Aktionsturbine. Die Holtzsche Turbine entspricht in ihrer Konstruktion annähernd einer gewöhnlichen Wasserturbine, nur mit dem Unterschiede, dass die Wirkung eine umgekehrte ist.

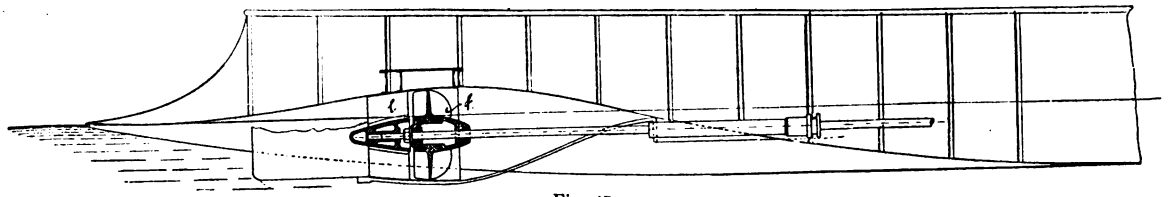


Fig. 45.

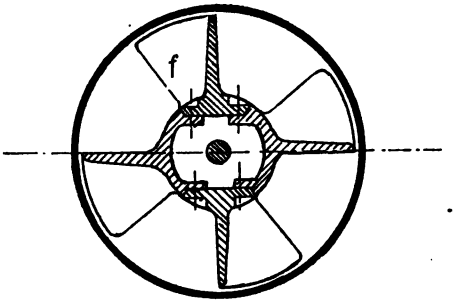


Fig. 46.

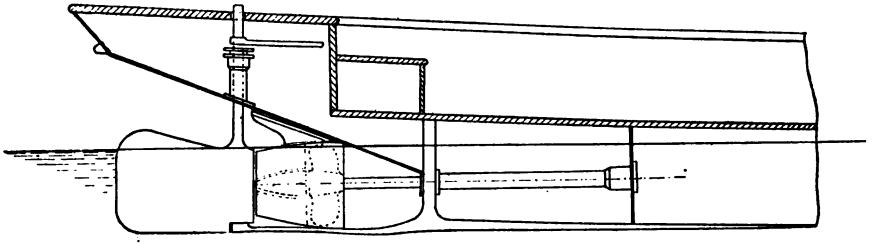


Fig. 47.

Das Laufrad, welches von der Maschine angetrieben wird, entspricht einer kleinen gewöhnlichen Schiffsschraube mit verhältnismässig grosser Nabe. Sie ist von einem hohlen konischen Blechzylinder umgeben, durch welchen das Wasser angesaugt und durch den verengten Querschnitt des Blechrohres zurückgeworfen wird. Um die schädliche, kreisende Bewegung der Wassermasse aufzuheben, ist in dem hinteren Teil des Blechzylinders ein feststehendes Leitflügelrad eingebaut. Hierin wird die drehende Bewegung aufgehoben und das Wasser in horizontaler Richtung nach aussen getrieben.

Ein besonderer Vorteil dieser Turbinenschraube ist ihre gute Manövrirfähigkeit, insbesondere ein gutes Rückwärtsfahren, welches ohne besondere Vorrichtung erreicht wird und demjenigen normaler Schraubenpropeller bei flachen Wasserverhältnissen entspricht.

Die Anordnung einer Turbinenschraube am Schiff zeigen die Figuren 45—47.

Ganz besonders auffällig ist die Anordnung bei Fig. 45. Das Fahrzeug erhält zu diesem Zwecke einen sogenannten Tunnel, d. h. eine am Boden des Hinterschiffes befindliche konvexe Einbuchtung, welche nach den Enden zu in die gewöhnliche Schiffsform verläuft und den grössten Teil des Turbinengehäuses in sich aufnimmt, sodass sie nur wenig über den Boden hinausragt und den Tiefgang auf ein Minimum reduziert. Im Ruhezustand würden etwa nur zwei Drittel des Propellers eintauchen. Durch einen oberhalb der Turbine angeordneten Schacht wird eine bequeme Zugänglichkeit aller Turbinenteile erreicht, wodurch Reparaturen vorgenommen werden können, ohne dass das Schiff aus dem Wasser gehoben zu werden braucht.

Beim Fahren füllt sich der Tunnel vollständig mit Wasser aus, wodurch für die Turbine ein Tiefgang geschaffen wird, der grösser ist wie der effektive des zu befahrenden Gewässers, was namentlich bei sehr flachen Wasserverhältnissen von grossem Vorteil ist.

Bedingung ist, dass das Fahrzeug möglichst gleichlastig liegt. Der tiefste feste Punkt der Turbinenanlage würde alsdann gleich sein mit dem Boden des betreffenden Fahrzeuges mitschiffs.

Fig. 45 und 46 zeigen eine Holtzsche Turbine moderner Ausführung. Sie ist als Axial - Aktionsturbine gebaut. Die Steigung der Laufradflügel *f* entspricht der Durchgangsgeschwindigkeit des Wassers, damit innerhalb derselben eine Drehung der Wassermengen nach Möglichkeit vermieden wird.

Die Leitschaufeln *l* am hinteren Teil des Blechzylinders erhalten neuerdings gerade oder doch nahezu zur Wellenebene gerade Flächen, wodurch erzielt wird, dass das Wasser fast ohne Drehung dem Leitrade zugeführt und infolgedessen guter Rückwärtsgang erreicht wird, was bei gekrümmten Leitschaufeln nicht möglich ist, da das Wasser alsdann in drehende Bewegung gesetzt wird und die Leitradschaufeln sehr ungünstig trifft. Die Steigung der Leitradschaufeln ist der Geschwindigkeit proportional und entsteht infolgedessen eine parabolische Schaufelform, da die Eintrittsgeschwindigkeit des Wassers in die Turbine gleich der Fahrtgeschwindigkeit ist, die Austrittsgeschwindigkeit dagegen innerhalb des Laufrades parabolisch ansteigt.

Die Austrittsgeschwindigkeit ist wiederum abhängig von dem Schiffswiderstand, der Maschinenkraft, sowie auch der Grösse der Turbine selbst. Der Slip beträgt bei diesen Turbinenschrauben ca. 30—40 pCt.

Sie werden sowohl mit feststehenden Flügeln des Laufrades ausgefürt als auch bei Anwendung von Explosionsmotoren mit Flügeln, die vom Innern des Fahrzeuges aus beliebig umgesteuert werden können.

II. Teil.

Die Konstruktion der Schraube.

Wie bereits früher erwähnt worden ist, bedarf man zum Entwerfen einer Schraube verschiedener Daten, welche als bekannt vorausgesetzt werden müssen. Es wären diese:

I. Durchmesser, II. Steigung, III. Abgewickelte Flügelfläche, IV. Form und Stellung des Erzeugenden.

Ferner ist auch das Material, aus welchem die Schraube hergestellt werden soll, zu berücksichtigen. Es kommen hierfür hauptsächlich Gusseisen, Stahlguss und Bronze in Frage. Gusseiserne Schrauben fallen im Gewicht am schwersten aus, sind aber auch am billigsten. Stahlgussschrauben können ihrer höheren Festigkeit wegen schwächer und infolgedessen auch leichter ausgeführt werden, müssen jedoch, falls sie in Seewasser arbeiten sollen, entweder verzinnt oder aber an den Flügelspitzen mit Zinkschutzplatten versehen werden, da sie sonst bald zerstört werden. Bronzeschrauben (Mangan- oder Phosphorbronze) zeichnen sich durch grosse Zähigkeit aus und werden vom Seewasser nur wenig angegriffen. Ihre Herstellung bietet keine Schwierigkeiten, ist jedoch recht kostspielig. Meistens werden nur die Flügel aus Bronze angefertigt, während die Nabe aus Gusseisen hergestellt wird. Letztere wird entweder mit den Flügeln in einem Stück gegossen, was namentlich bei Propellern von geringeren Abmessungen der Fall ist und erhält alsdann die in Fig. 10 – 27 (excl. Fig. 16 – 18) angegebene Form, oder die Flügel werden auf der Nabe mittelst Schraubenbolzen befestigt, was für grosse Schrauben fast ausschliesslich der Fall ist. Die hierfür übliche würfelförmige Form ist in Fig. 48 – 53 dargestellt. Die Flügelflanschen werden in solchen Fällen als Kugelabschnitte ausgeführt, die auf der Nabe befestigt, derselben die Form einer

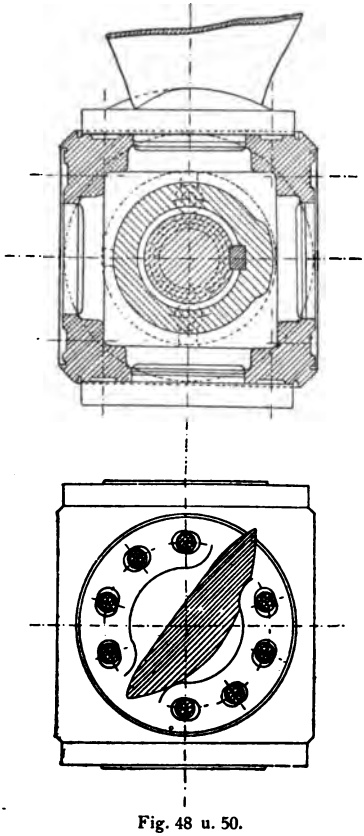


Fig. 48 u. 50.

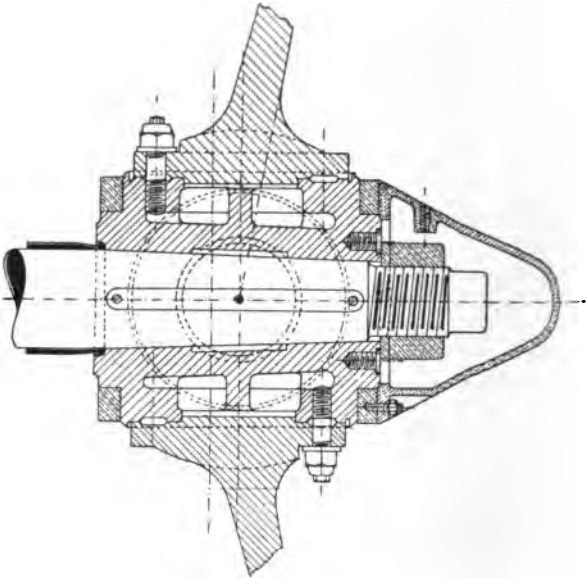
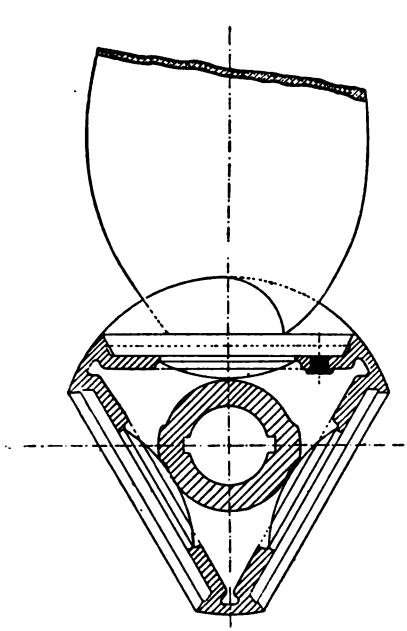


Fig. 49.

Vierflügelige Schraubennabe.



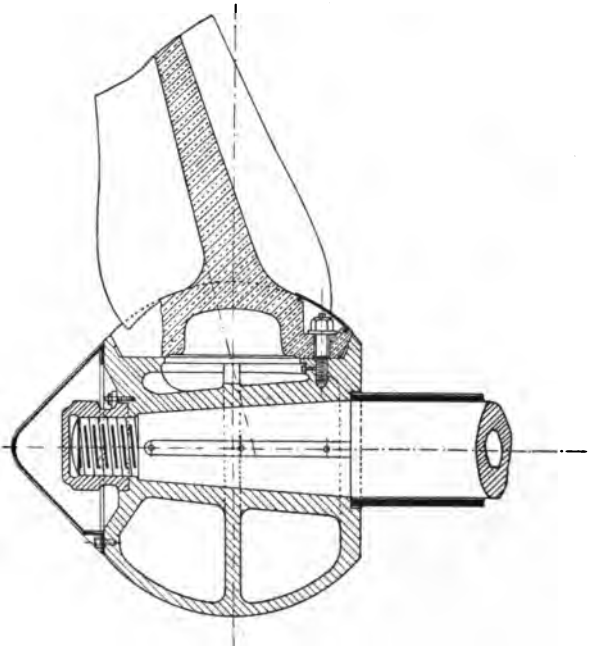


Fig. 52.

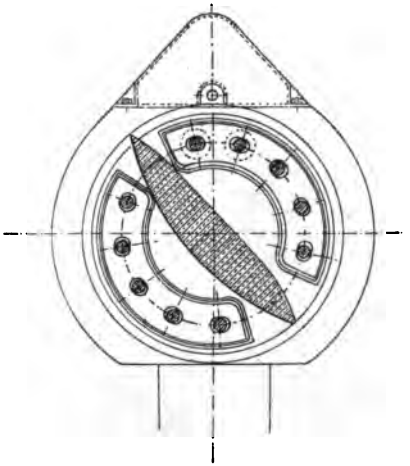


Fig. 51 u. 53.

Dreiflügelige Schraubennabe.

Kugel geben, deren Durchmesser bei 4 flügeligen Propellern etwa 3,4 bis 3,5, bei 2 und 3 flügeligen etwa 3 mal den Wellendurchmesser „*d*“ beträgt.

Die Stärke der Befestigungsbolzen wird für 4 flügelige Schrauben berechnet nach der Formel

$$q = \frac{\frac{d^2\pi}{4}}{6}. \qquad (42)$$

Dieselben werden gegen Losdrehen durch kleine Stiftschrauben gesichert (Fig. 54).

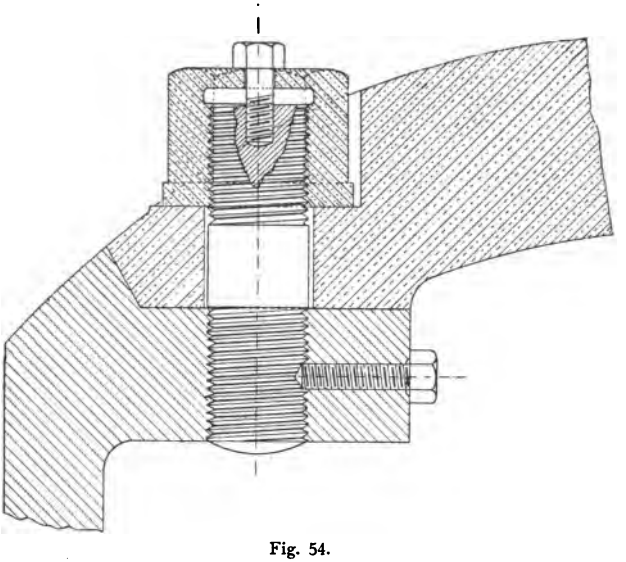


Fig. 54.

Auf den Konus des Schraubenschafts, über dessen Form das bereits auf Seite 14 (unter „Befestigung der Schraube“) Gesagte gilt, wird der Propeller mittelst rechts- oder linksgängiger Kapselmutter aus Bronze oder offener schmiedeeiserner Mutter fest aufgezogen. Bei offener Mutter wird an die Nabe eine sogenannte Schutzhaube wasserdicht befestigt. S. Fig. 49 u. 52.

Die Konstruktion einer 4 flügeligen rechtsgängigen Schraube soll an Hand der Fig. 10 – 12 nunmehr näher erläutert werden.

Man beginnt nach Ziehen der Mittellinien *m-m, n-n* zunächst mit dem Entwerfen der Nabe *A*, indem man dieselbe

in drei verschiedenen Ansichten aufzeichnet. Alsdann wird in Fig. 10 an die Nabe die abgewickelte Flügelfläche (punktierte) ziemlich willkürlich in der Form zunächst aus freier Hand angezeichnet. Zu beachten ist hierbei nur, dass der grössere Teil der Fläche nach der Austrittsseite zu liegen kommt. Bevor nun weiter fortgefahren wird, muss man sich davon überzeugen, ob auch der abgewickelte Flügel der vorher berechneten Fläche wirklich entspricht. Am genauesten und schnellsten lässt sich dieses mit Hülfe eines Planimeters feststellen, andernfalls muss man durch eine Anzahl zu *m-m* parallel durch den Flügel gelegter Linien diesen in Trapeze zerlegen, deren Flächen einzeln auszurechnen und alsdann zu addieren sind.

Diese Methode ist allerdings zeitraubender und auch nicht so genau wie das Planimetrieren, immerhin erhält man damit genügend brauchbare Resultate. Auch die Simpsonsche Regel zur Berechnung ungleicher Figuren kann man hierfür gut verwenden.

Ist die entworfene Fläche annähernd richtig, dann schlägt man vom Mittelpunkt *C* aus eine beliebige Anzahl konmetrischer Kreise durch die Flügelfläche (1, 2, 3, 4, 5 etc.), welche dieselbe in entsprechende Schnitte zerlegen.

Unter Berücksichtigung des gewählten Erzeugenden wird nun ein Längsschnitt des Flügels gezeichnet, aus dem man die nach angegebener Methode berechnete Stärke *s* ersieht. (Fig. 11.)

Entsprechend der Anzahl konzentrischer Kreise legt man durch diesen Schnitt in denselben Abständen untereinander und vom Mittelpunkt entfernt eine nämliche Zahl zur Mittellinie *mm* paralleler Linien (1, 2, 3, 4, 5 etc.). Fig. 11.

In Abbildung 10 kann man jetzt die zum Formen des Flügels notwendigen Querschnitte *q* 1, *q* 2 etc. eintragen. Die Länge derselben ist gleich den gestreckten Kreisbögen.

Die grösste Breite entspricht der jeweiligen Stärke des Flügels. Beim Zeichnen derselben erinnere man sich des auf Seite 28 Gesagten.

Es werden nunmehr in Abb. 12 die Steigungslinien aufgezeichnet. Zu diesem Zwecke trägt vom Mittelpunkt *C* aus

auf die Mittellinie *nn* die Steigung in einem beliebigen Massstabe an, worauf man an dem Endpunkte *x* derselben eine zu ihr senkrechte Linie *xy* errichtet. Die Länge derselben in dem nämlichen Massstabe ist gleich dem äusseren Umfange der Schraube zu machen.

Es ist jetzt allgemein üblich und auch am bequemsten, Steigung und Umfang im Massstabe $2\,\pi$ aufzutragen. Es wird alsdann:

$$Cx = \frac{\text{Steigung}}{2\,\pi}$$

und ferner:

$$xy = \frac{2\,R\,\pi}{2\,\pi} = R \text{ (Radius).}$$

Der Winkel β wird nunmehr an *xy* angetragen, worauf man auf *xy* die Abstände der konzentrischen Kreise von Abbildung 10 überträgt. In den Schnittpunken werden Senkrechte errichtet, deren Längen, d. h. ihre Abstände zwischen *xy* und *xz* vom Mittelpunkt (*C*) aus auf *Cx* abzutragen sind. Zieht man nunmehr von den Schnittpunkten dieser Senkrechten mit *xz* Linien durch die entsprechenden Punkte auf *Cx*, so erhält man die gesuchten Steigungslinien.

Durch den Mittelpunkt gehen letztere nur dann alle, wenn die Erzeugende zur Achse rechtwinklig steht (Fig. 15 u. 18).

Trägt man jetzt die senkrechten Entfernungen von der Mittellinie *nn* bis zur Randlinie der abgewickelten Flügelfläche auf Abb. 10 mit „*p*“ bezeichnet an die Steigungslinien von der Mittellinie zu beiden Seiten ab und verbindet diese Punkte miteinander durch eine fortlaufende Kurve, so erhält man die Umfangslinie des Schraubenflügels im Grundriss. Der Querschnitt *1* wird zur Vervollständigung der Umfangslinie mit eingezeichnet.

Man kann nunmehr Abb. 11 vervollständigen, indem man die Seitenansicht des Flügels aufzeichnet. Es lässt sich dieses ohne weitere Schwierigkeiten bewerkstelligen, indem man die Abstände der Schnittpunkte zwischen Steigunglinie und Umfangskurven von der Mittellinie *nn* auf die entsprechenden Linien (*aa*, *bb* etc.) abträgt und die einzelnen Punkte durch eine Linie mit einander verbindet.

Die projizierte Flügelfläche in Abb. 10 erhält man folgendermassen: Man nehme einen beliebigen Punkt auf der abgewickelten Flügelfläche z. B. f an und trage den senkrechten Abstand desselben auf der zugehörigen Steigungslinie in Abb. 12, in diesem Falle also auf 2 ab, worauf man den Punkt f^1 erhält. Die Senkrechte g auf nn in Abb. 10 schneidet den Kreisbogen in v, welcher hiermit ein Punkt der projizierten Flügelfläche sein müsste. Er ist es jedoch nur in dem Falle, wenn v und f^1 genau senkrecht übereinander liegen, andernfalls muss man für f einen anderen Punkt wählen. Falls die Kanten der Flügelquerschnitte unterschnitten sind, was bei den nahe der Nabe liegenden Querschnitten ganz besonders der Fall ist, muss die projizierte Flügelfläche insofern noch korrigiert werden, als der Abstand h (Fig. 10) senkrecht zu der entsprechenden Steigungslinie in Fig. 12 beim Punkt f^1 übertragen wird, wodurch man einen zweiten Punkt f^2 erhält, zu dem, senkrecht darüber liegend, Punkt v^1 auf der tatsächlichen projizierten Flügelfläche liegen würde.

Ausser dieser eben angeführten Art, um aus der abgewickelten Flügelfläche die projizierte aufzuzeichnen oder umgekehrt, gibt es noch verschiedene andere Abwickelungsmethoden, welche in der Praxis mehr oder weniger Verbreitung gefunden haben. Zu erwähnen ist allerdings, dass alle diese Abwickelungsmethoden nur ein näherungsweises, jedoch für die Praxis richtiges Bild liefern.

Elipsen-Abwickelungsmethode. Eine der bekanntesten Abwickelungsmethoden ist auch diejenige vermittelst eliptischer Hilfslinien, die sogenannte Elipsenmethode. (Siehe Fig. 55.) Gegeben sei die abgewickelte Fläche, gesucht die projizierte. Man verfährt dabei wie folgt: „Vom Mittelpunkt O trägt man nach rechts und links auf der Linie mn die Steigung im Massstabe von $\frac{H}{2\pi}$ ab, wodurch man die Punkte s und s^1 erhält. Von diesen Punkten aus errichtet man nunmehr die Steigunglinien für die zugehörigen konzentrischen Schnitte. Trägt man alsdann die Länge der Steigungslinien von O aus auf mn ab, so erhält man die Punkte x, y, z etc. Wir können jetzt für den betreffenden konzentrischen Schnitt eine Elipse

konstruieren, da uns nun beide Halbachsen derselben gegeben sind. Der Radius r^1, r^2 etc. des betreffenden Schnittes ist die kleine, die auf *mn* abgetragenen Steigungslinien *Ox*, *Oy*, *Oz* etc. die grössere Achse. In dem Schnittpunkt *k* der Elipse mit der abgewickelten Flügelfläche errichtet man zu *O* eine Senkrechte, deren Schnittpunkt *p* mit dem Kreisbogen der kleinen Halbachse *r* den gesuchten Punkt für die projizierte

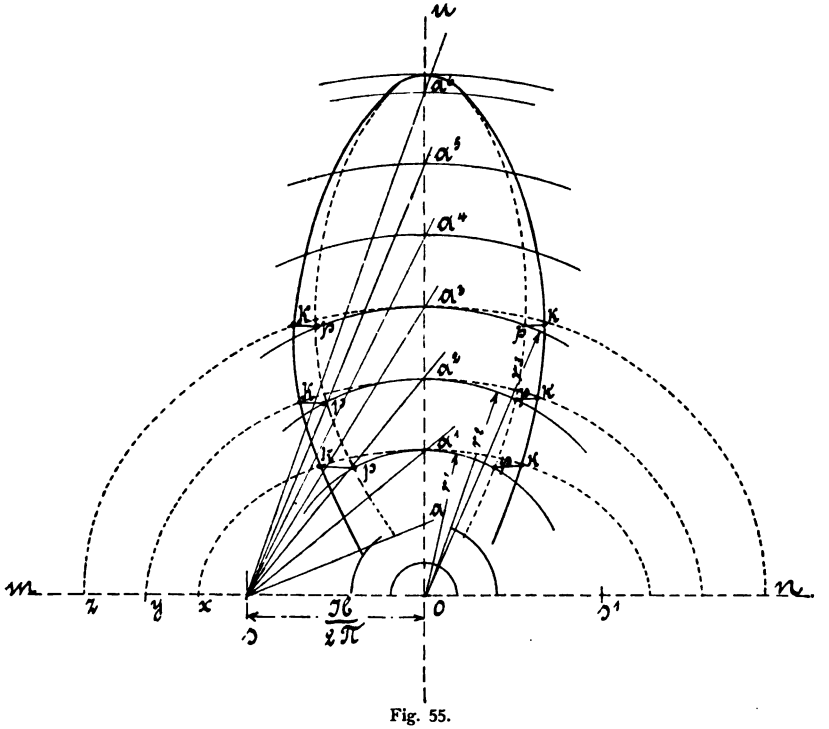


Fig. 55.

Fläche bildet, welcher dem Punkte *k* der abgewickelten Fläche entsprechen würde.

Man wiederholt dieses Verfahren für sämtliche durch den Flügel gelegte Schnitte nach rechts und links von seinen Mittellinien aus und erhält durch Verbindung der Punkte ein annähernd richtiges Bild der projizierten Flügelfläche.

Dr. Bauer Abwicklungsmethode. Eine andere Methode nach Dr. Bauer ist folgende (Fig. 56): Man ziehe eine Parallele *bc* zu *mn*, trägt vom Mittelpunkt *O* aus den betreffenden Radius *r* des kon-

zentrischen Schnittes nach rechts und links auf *mn* ab und errichtet in den Punkten *s* und *t* hierzu Senkrechte in der Länge von $\frac{H}{2\pi}$ für den betreffenden Schnitt. Verbindet man nunmehr die Endpunkte *f* und *g* durch *O* miteinander, so erhält man die betreffende Steigungslinie, trägt auf dieser von *O* aus

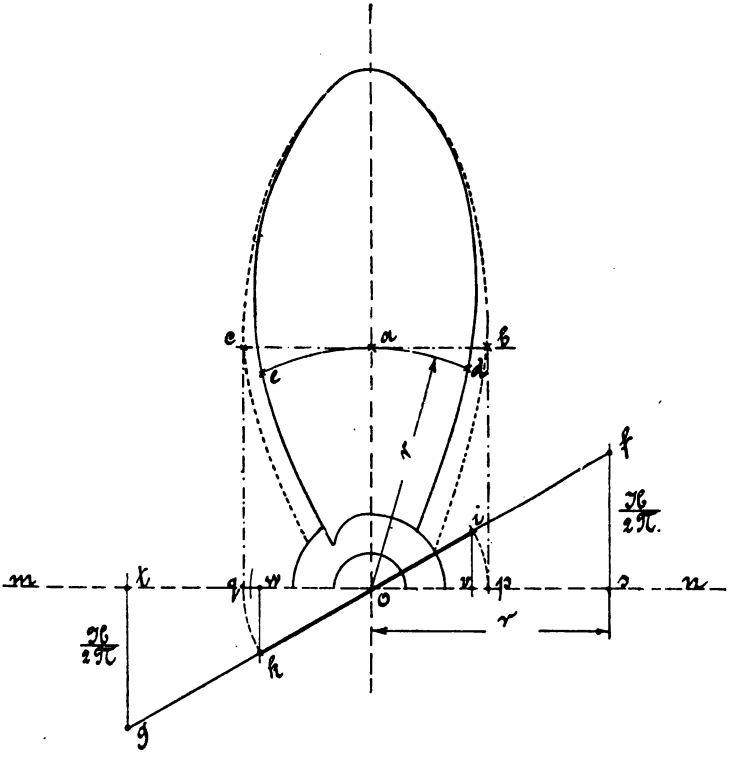


Fig. 56.

die Stücke *ac* und *ab* ab und errichtet in diesen neuen Punkten *i* und *k* Lote auf *mn*.

Die Stücke *ov* und *ow* auf dem konzentrischen Schnitt aufgetragen, ergeben nunmehr Punkte *de* der projizierten Fläche für diesen Schnitt.

Natürlich kann man auch, falls die projizierte Fläche gegeben ist, aus dieser die abgewickelte herleiten. Dieser Fall wird namentlich dann eintreten, wenn man in die Lage kommt,

eine bereits vorhandene Schraube aufzuzeichnen. Legt man sich den Propeller auf die mit einem Papierbogen bedeckte Richtplatte, so kann man ohne weiteres vermittelst eines Anschlagwinkels die projizierte Fläche punktweise auf dem darunterliegenden Bogen fixieren. Um nun hieraus die abgewickelte Fläche herzustellen, verfährt man z. B. nach Methode Bauer wie folgt: Auf der Mittellinie mn trägt man vom Mittelpunkt O aus nach rechts und links den Radius r des betreffenden Schnittes ab; errichtet alsdann in den Endpunkten s und t Senkrechte, auf denen man die Steigung $\frac{H}{2\pi}$ abträgt.

Nunmehr verbindet man f und g durch O miteinander. Hierauf trägt man das gestreckte Bogenstück ad und ae von O aus auf mn nach rechts und links ab, errichtet in den Schnittpunkten w und v Senkrechte, welche gOf in den Punkten i und k schneiden. Schlägt man nunmehr von O aus mit Oi resp. Ok einen Bogen, so schneidet derselbe mn in den Punkten p und q. Errichtet man jetzt mit p und q Lote, und von a aus Senkrechte auf diese Lote, so werden die Schnittpunkte c und b Punkte der gesuchten abgewickelten Flügelfläche sein.

III. Teil.

Die Herstellung der Schiffsschraube.

Bei Anfertigung der Schiffsschraube bedient man sich nur höchst selten der sonst üblichen Holzmodelle, da dieselben durch die eigenartige Form der Flügel schwierig herzustellen sind. Man formt die Flügel lieber aus Lehm oder bei kleineren Schrauben aus Gips.

Hierbei verfährt man folgendermassen:

Richtplatte. Auf einer genügend grossen Richtplatte, welche mit einer Anzahl eingedrehter, konzentrischer Kreise versehen ist, wird zunächst im Mittelpunkt derselben eine entsprechend starke Spindel (Fig. 57) auf irgend eine Art rechtwinklig (senkrecht) zur Richtplatte befestigt.

Diese Spindel ist mit einer leicht beweglichen jedoch genau und ohne Spiel passenden Hülse versehen, welche sich bequem auf der Spindel auf- und abschieben lässt. Die Enden der Hülsen sind mit horizontalen Lappen versehen, zwischen denen das betreffende Streichbrett vermittelst einiger Bolzen eingespannt wird.

Streichbrett. Das Streichbrett stellt man sich aus Holz oder auch Blech her entsprechend dem jeweiligen Radius der zu konstruierenden Schraube.

Steht die Erzeugende senkrecht zur Achse, so bekommt dasselbe eine rechteckige Form, im anderen Falle wird der Winkel β, um welchen die Schraubenflügel zur Horizontalen geneigt stehen, angetragen (Fig. 57).

Die Kanten des Streichbrettes versieht man mit kleinen Ausschnitten, die in denselben Abständen anzubringen sind, wie die betreffenden Querschnitte auf der Flügelzeichnung.

Die Länge des Streichbretts muss etwas grösser genommen werden, als der zu konstruierende Flügelradius, da er noch

über die Umfangsschablone, welche ausserhalb des Schraubenradius aufgestellt wird, hinausragen muss.

Umfangsschablone. Die Umfangsschablone stellt ein dreieckiges Blech dar (Fig. 58-59), welches im Radius R^1 gebogen, ausserhalb des Flügels auf der Richtplatte befestigt wird.

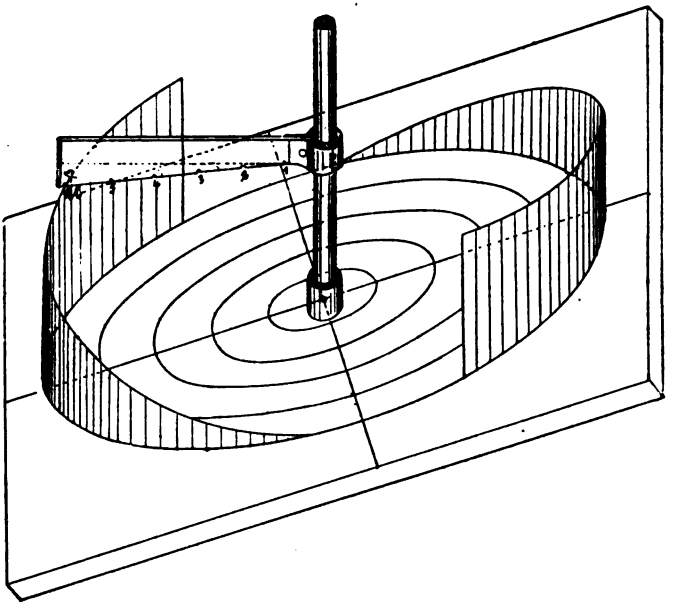


Fig. 57.[1]

Die Kathete b entspricht dem gestreckten Bogen eines Kreisausschnittes, auf welchen sich der zu formende Flügel aufzeichnen lässt.

Die Kathete m findet man aus der Steigung der betreffenden Schraube und dem Radius R^1 der Umfangsschablone nach der Proportion:

$$\frac{m}{\text{Steigung}} = \frac{b}{2\,R^1\,\pi}. \qquad (43)$$

Hieraus ergibt sich

$$m = \frac{\text{Steigung} \cdot b}{2\,R^1 \cdot \pi}, \qquad (44)$$

d. h. die Kathete m verhält sich zur Schraubensteigung wie der gestreckte Bogen b zum ganzen Umfange des Kreises $2\,R^1\,\pi$ (siehe Fig. 58 – 59).

Es sei z. B. die Umfangsschablone für eine Schraube herzustellen, welche einen Durchmesser von 2 m bei einer Steigung von 2,3 m besitzt. Der Radius R^1, auf welchem die Schablone aufzustellen wäre, betrage 1,2 m, der gestreckte Bogen eines Kreisausschnittes, auf dem sich die Flügelbreite formen lässt, 1 m. Welche Abmessungen müsste das Dreieck demnach erhalten?

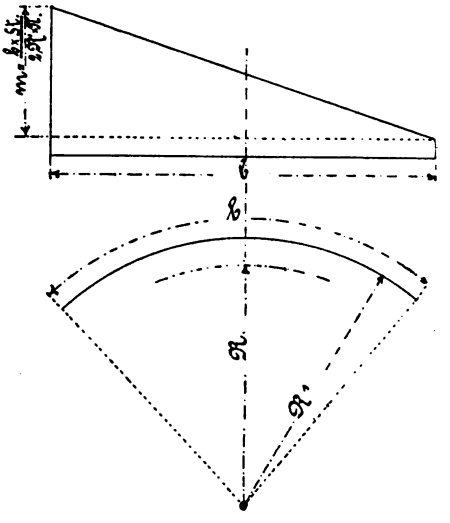


Fig. 58 und 59.

Die Kathete b ist gegeben, sie beträgt 1 m. Kathete m wäre zu berechnen; es ist das Verhältnis:

$$\frac{m}{St} = \frac{b}{2R^1\pi} =$$

$$= \frac{m}{2{,}3} = \frac{1}{7{,}536},$$

$$m \cdot 7{,}536 = 2{,}3,$$

$$m = \frac{2{,}3}{7{,}536} = 0{,}305 \text{ m}.$$

Derartige Umfangsschablonen kann man sich für verschiedene Durchmesser und alle Arten von Steigungen anfertigen und vorrätig halten, um die Steigungsverhältnisse vorhandener Schrauben festzustellen, welche man zu diesem

Zwecke einfach auf die Richtplatte setzt und nun die Umfangsschablonen so lange ansetzt, bis die richtige gefunden ist. Zu beachten ist hierbei natürlich, dass nur solche Schablonen verwendet werden können, die für einen kleineren Radius, als ihn der betreffende Schraubenflügel besitzt, berechnet sind, da ja andernfalls die Schablone den Flügel garnicht berühren würde. Die verschiedenen Durchmesser und Steigungen sind in jede Schablone einzuschlagen resp. sonstwie zu verzeichnen, damit man sofort weiss, auf welchen Radius der Richtplatte die Schablone aufzusetzen ist, denn naturgemäss entspricht die Kathete *m* nur für einen ganz bestimmten Durchmesser der betreffenden Steigung. Je grösser der Durchmesser ist, auf auf welchem die Umfangsschablone angelegt wird, um so kleiner wird die Länge der Kathete *m* für ein und dieselbe Steigung ausfallen und umgekehrt, d. h. nach der Nabe zu wird sie entsprechend wachsen.

Bei Schrauben mit peripherial veränderlicher Steigung (verschiedener Ein- und Austrittssteigung) wird die Schablone an der Druckfläche des zu messenden Flügels nicht anliegen, sondern einen Hohlraum mit demselben bilden, die Druckfläche wird also gekrümmt erscheinen. Es ist dieses immer ein Beweis, dass man es mit einer Schraube von veränderlicher Steigung zu tun hat. Man muss daher für Ein- und Austrittssteigung zwei verschiedene Schablonen vorsehen, siehe Fig. 31. Bei radial veränderlicher Steigung misst man, wie schon früher erwähnt wurde, die auf 0,7 *R* liegende Steigung.

Für die Steigungsverhältnisse peripherial veränderlicher Schrauben gilt das auf Seite 22 Gesagte.

Der Raum zwischen Umfangsschablone und Spindel wird mit weichem Lehm angefüllt, das Streichbrett auf die Umfangsschablone aufgesetzt und langsam auf derselben bei gleichzeitiger Drehung der Spindel abwärts geführt, wodurch der überflüssige Lehm abgestrichen und ein Block hergestellt wird, auf welchem nach Trocknen desselben die Form des Flügels aufgezeichnet und die Querschnittsschablonen, welche man aus dünnem Blech herstellt, an den entsprechenden durch die Nuten des Streichbrettes markierten Stellen aufgesetzt werden. Der Raum zwischen den Schablonen wird nunmehr

mit Lehm oder Gyps angefüllt und erhält man auf die Art ein genaues Modell des zu formenden Schraubenflügels, welcher nach entsprechender Bearbeitung und Säuberung zum Formen benutzt werden kann.

Fig. 57 gibt eine Darstellung der Richtplatte nebst Spindel, Streichbrett und Umfangsschablonen für eine 2 flügelige rechtsgängige Schraube.

M. Krayn, Verlagsbuchhandlung für Technologie
Berlin W. 57

Die Theorie, Berechnung und Konstruktion der Dampfturbinen

von

Gabriel Zahikjanz.

12 Bogen. Gr. 8°. Preis 6 Mark, geb. 7,50 Mark.

INHALTSVERZEICHNIS

Druckwirkung
Arbeitsleistung
Bauordnung
Geschwindigkeitsabstufung
Dampfspannung
Dampfausfluss
Spannungsabstufung
Wärme- und Grundgesetze der Zustandsänderung
Wärmekraft, Dampfenergie und Dampfstrom
Grundformeln und Zahlenbeispiele zu Dampfturbinenberechnungen

Zu beziehen durch jede Buchhandlung oder durch den Verlag.

M. Krayn, Verlagsbuchhandlung für Technologie. Berlin W. 57.

DAMPFTURBINEN

DEREN ENTWICKLUNG, BAU,
LEISTUNG UND THEORIE::::

Nebst einem Anhang über Gas- und Druckluftturbinen.

Von

Rudolf Mewes
Ingenieur.

Mit 375 Abbildungen und 1 Tafel.

Preis broschiert 7,50 Mk., gebunden 8,70 Mk.

Ueber dieses Werk urteilt die Fachpresse:

Werkmeister-Zeitung, Düsseldorf. Nicht nur bei Fachleuten, sondern in allen Kreisen, welche sich für die moderne Entwicklung der Technik interessieren, wird der „Einmarsch der Dampfturbine" mit Spannung verfolgt, welchem Umstand der Verfasser des vorliegenden Buches hauptsächlich im ersten Teil desselben Rechnung trägt, in welchem er die Entwicklung des Dampfturbinenbaues bis zu seinem jetzigen Stande behandelt und damit den Laien zugleich mit dem Wesen und der Bedeutung des modernen Dampfturbinenbaues bekannt macht. Der Fachmann findet dabei seine Rechnung durch sehr zweckmässige Hinweise bei den einzelnen Entwickelungsperioden auf die in den einzelnen Fortschritten enthaltenen Grundsätze, welche für später in der Praxis als brauchbar gefundene Konstruktionen verwertet wurden. In einem zweiten Teil sind die hauptsächlichsten Angaben, welche für den Bau der praktisch ausgeführten Dampfturbinen bekannt geworden sind, zusammengestellt, während im dritten Teil die Leistungen der ausgeführten Turbinen durch gesicherte Leistungsversuche festgestellt sind. Die Theorie der Dampfturbine nach Zeuner wird im vierten Teil kurz angeführt und einige theoretische Probleme und Fragen der modernen Dampfturbine erläutert; den Schluss bildet eine theoretische Behandlung der Heissdampfturbine. In einem Anhang wird das Problem der Gas- und Druckluftturbine behandelt. Der gesamte Stoff ist sehr übersichtlich gruppiert, so dass trotz der Reichhaltigkeit des Gebotenen selbst der Nichtfachmann den Ausführungen mit Verständniss folgen kann. Eine grosse Anzahl in den Text gedruckter Abbildungen erleichtern das Verständnis für das Gebotene und erhöhen so den Wert des Buches, das zweifellos eine weite Verbreitung finden wird.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung oder durch den Verlag.

M. Krayn, Verlagsbuchhandlung für Technologie
Berlin W. 57.

Im **dritten** Jahrgang erscheint:

DIE TURBINE

ZEITSCHRIFT FÜR MODERNEN SCHNELLBETRIEB, FÜR DAMPF- GAS- WIND- & WASSERTURBINEN

HERAUSGEGEBEN UNTER MITWIRKUNG VON VERTRETERN DER WISSENSCHAFT UND PRAXIS VON
RUDOLF MEWES

ERSCHEINT MONATLICH
PREIS: VIERTELJÄHRLICH 3 M.
EINZEL-HEFT ..... 1,50 M.
BESTELLUNGEN DURCH ALLE BUCHHANDLUNGEN, POSTANSTALTEN UND DEN VERLAG
M. KRAYN VERLAGSBUCHHANDLG
BERLIN W 57. KURFÜRSTENSTR. 11

Probenummern gratis!

M. KRAYN, Verlagsbuchhandlung für Technologie
BERLIN W. 57

Zeitschrift für Automobil-Industrie
und Motorenbau.

Organ der Automobiltechnischen Gesellschaft.

1906 — IX. Jahrgang.

Aeltestes deutsches Fachorgan

der Automobil-Industrie.

Redaktion:
Civilingenieur Robert Conrad.

Erscheint am 10., 20. und 30. eines jeden Monats.

Preis pro Quartal Mk. 3,—
Preis pro Heft Mk. 0,50.

Abonnements durch die Post, sowie durch alle Buchhandlungen und den Verlag.

Probenummern gratis!

M. Krayn, Verlagsbuchhandlung für Technologie
Berlin W. 57.

Der praktische Heizer und Kesselwärter.

Anleitung für Heizer und Maschinisten, sowie zum Unterricht in technischen Schulen.

Von

PAUL BRAUSER,

Oberingenieur d. Dampfkessel-Revisions-Vereins für den Regierungsbezirk Aachen.

Siebente, verbesserte Auflage.
Mit 72 Abbildungen.
Preis kartoniert 1,80 Mark.

Der prakt. Maschinenwärter.

Anleitung für Maschinisten und Heizer, sowie zum Unterricht in techn. Schulen.

Von

PAUL BRAUSER,

Oberingenieur d. Dampfkessel-Revisions-Vereins für den Regierungsbezirk Aachen

und

JOSEPH SPENNRATH,

weil. Direktor der gewerblichen Schulen der Stadt Aachen.

Fünfte, vermehrte und verbesserte Auflage.
Mit 42 Abbildungen.
Preis kartoniert 1,50 Mark.

Die Lösung der Rauch- und Russfrage durch eine neue Theorie der Rauchverbrennung nebst praktischer Anleitung zur Ausführung derselben von **Adolf Lov.** Preis br. M. 1.50.

Induktionsmotoren. Ein **Kompendium** für Studierende und Ingenieure. Deutsche autorisierte und erweiterte Bearbeitung von **B. A. Behrend** „The induktion motor". Unter Mitwirkung von Professor **W. Kübler**-Dresden, herausgegeben von Dr. **Paul Berkitz.** Mit 107 Textfiguren und 10 Tafeln. Preis broschiert Mk. 10.—, geb. M. 11.50.

Die moderne Erzeugung und Verwendung der elektrischen Energie. Gemeinfasslich dargestellt von **Jos. Spennrath,** weil. Direktor der städt. gewerblichen Schulen und der Kgl. Baugewerksschule in Aachen. Mit 113 Abbildungen im Text. Preis geh. M. 4.50, eleg. geb. M. 5.50.

Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und durch den Verlag.

Tafel I.

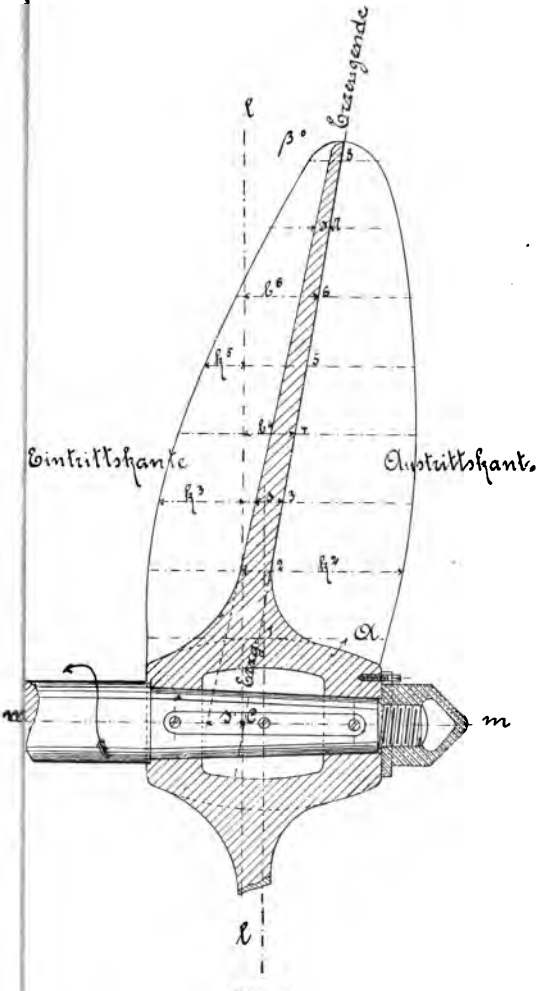


Fig. 11.

Rechtspropeller.

Tafel II.

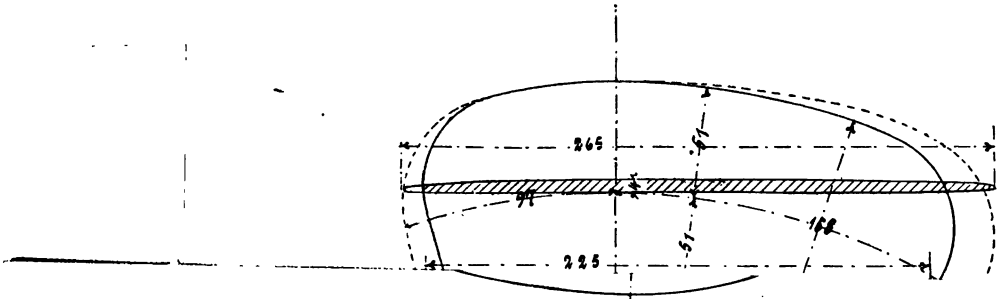
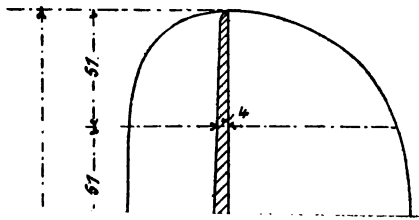


Fig. 13.



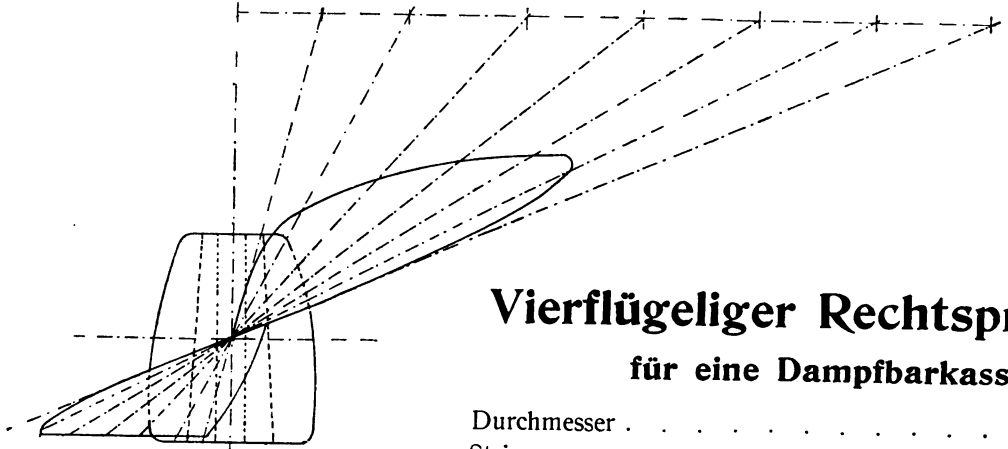


Fig. 15.

Vierflügeliger Rechtspropeller

für eine Dampfbarkasse.

Durchmesser	660	mm
Steigung	914	„
Abgewickelte Flügelfläche	0,218	m²
Umdrehungen pro Minute	400	
Schiffsgeschwindigkeit in Knoten pro Stunde	7,00	

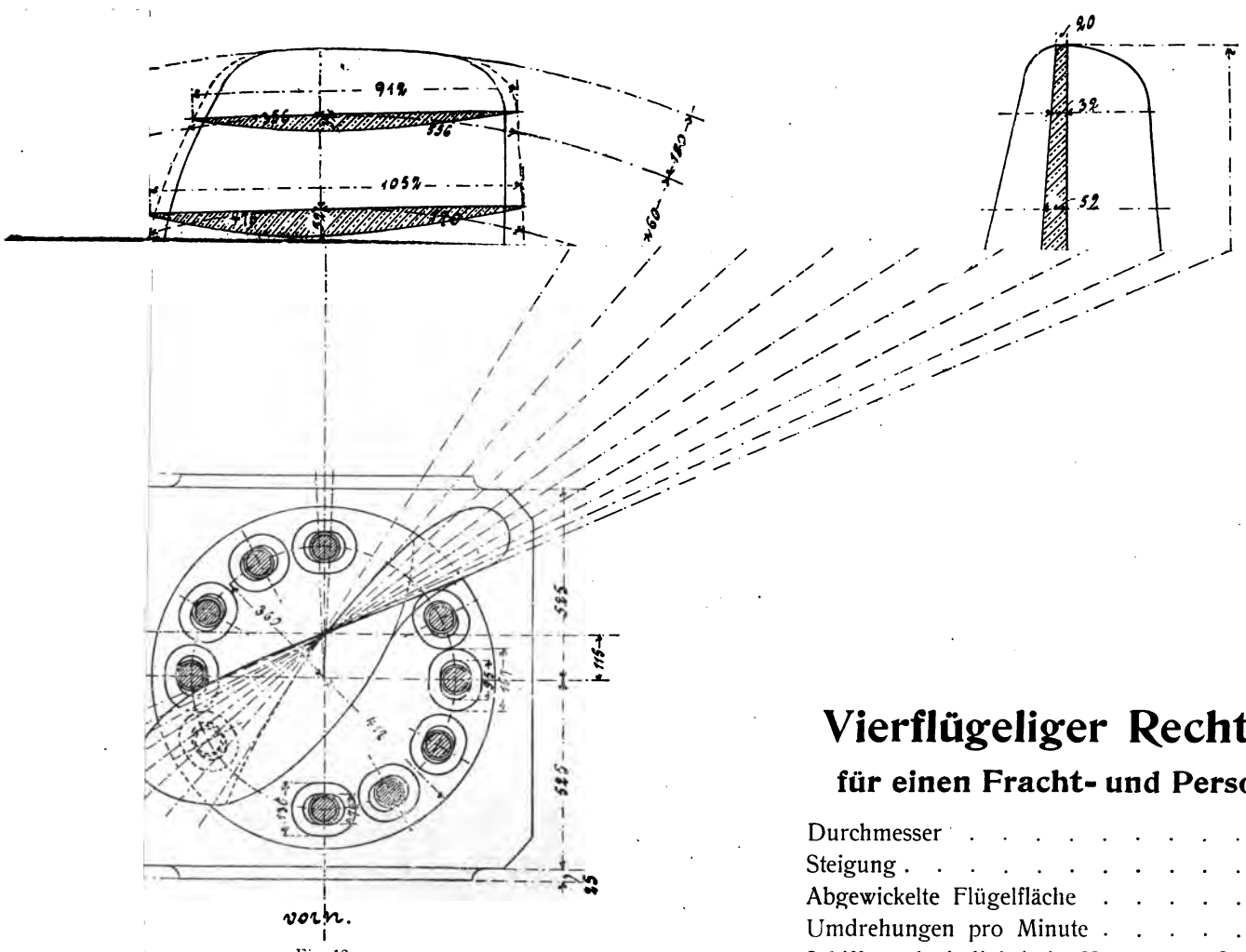


Fig. 18.

Vierflügeliger Rechtspropeller

für einen Fracht- und Personendampfer.

Durchmesser	5,5 m
Steigung	7,1 „
Abgewickelte Flügelfläche	8,3 m²
Umdrehungen pro Minute	70
Schiffsgeschwindigkeit in Knoten pro Stunde	15

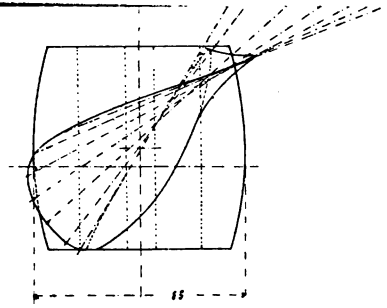


Fig. 21.

Dreiflügeliger Rechtspropeller I

für ein Elektromotorboot

mit zwei Schrauben auf einer Welle.

Durchmesser	380	mm
Steigung	420	„
Abgewickelte Flügelfläche	0,044	m^2
Umdrehungen pro Minute	1045	
Schiffsgeschwindigkeit in km pro Stunde	16,0	

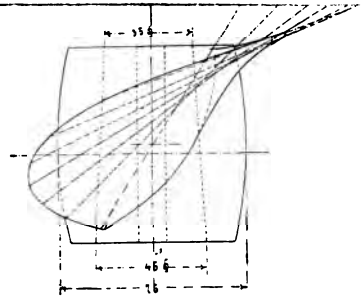


Fig. 24.

Dreiflügeliger Rechtspropeller II

für ein Elektromotorboot.

Durchmesser	395	mm
Steigung	460	„
Abgewickelte Flügelfläche	0,05	m²
Umdrehungen pro Minute	1045	
Schiffsgeschwindigkeit in km pro Stunde	16,0	

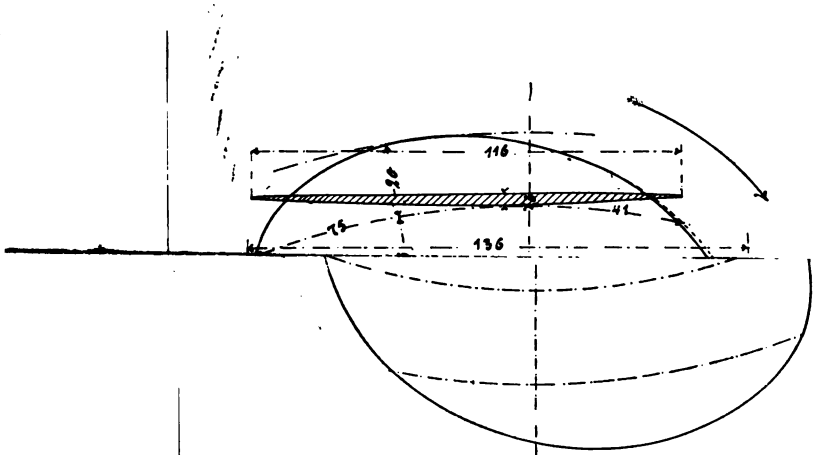
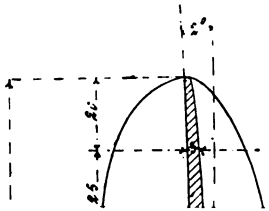


Fig. 25.



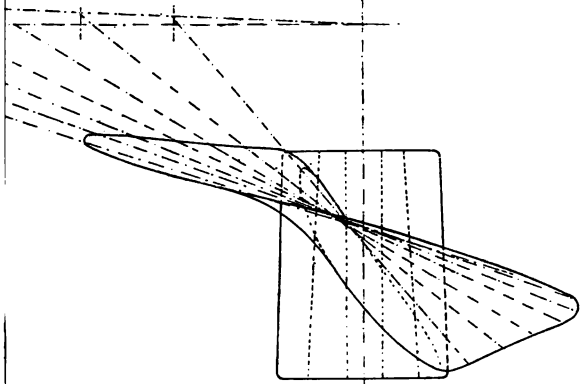


Fig. 27.

Zweiflügeliger Linkspropeller

für ein Elektromotorboot.

Durchmesser	440 mm
Steigung	400 „
Abgewickelte Flügelfläche	0,042 m²
Umdrehungen pro Minute	700
Schiffsgeschwindigkeit in km pro Stunde	11,0